Microscope &Types of Microscopes المجاهر و انواع المجاهر

المجهر Microscope // هو أداة علمية لها القدرة على تكبير وتوضيح العينات الصغيرة جدا التي لايمكن مشاهدتها بإستخدام العين المجردة كالخلايا الحيوانية والنباتية ويعمل المجهر على الأستفادة من خاصية العدسات **Lenses** ومقدرتها على التكبير **Magnification** سواء كانت العدسات زجاجية او **كهرومغناطيسية** .هناك العديد من انواع المجاهر والتي يمكن تصنيفها بعدة طرق ،ولكن اسهلها هي كيفية تكوين الصورة الناتجة،فبعضها يستخدم **الضوء المرئي visible light** ،بينما الآخر يستخدم **سيل من الألكترونات a beam of electrons** أو **الموجات الصوتية sound waves** ،فيما يلي التصنيف الأساسي لها ،المجاهر الضوئية **optical microscopes** ،المجاهر الألكترونية **electron microscopes** وانواع أخرى .

أ) Optical Microscopes المجاهر الضوئية

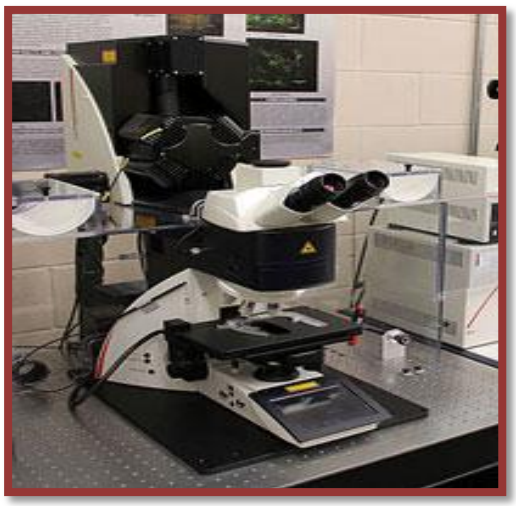
وتسمى ايضا **light microscopes يعمل هذا النوع على تكبير العينات** specimens من خلال إستخدام العدسات **lenses** والضوء المرئي **visible light (مصدر ضوء طبيعي أو كهربائي) وتعرف ايضا بالعدسات المكبرة Magnifier lenses هذا النوع الأكثرإستخدما من قبل الطلاب والهواة وبعض الباحثين ، تشترك هذه العدسات في صفة واحدة أن لها عدسة واحدة محدبة الوجهين ولها قوة تكبير تبلغ 5-25مرة ومن اشهرها 1)Pocket lens(2 Hand lens(3 Table lens وتقسم الى عدة انواع رئيسية هي 1) Compound Microscopes (2 Stereo Microscopes (3 Confocal Microscopes(الصورة لليسار)**

1)Compound Microscopes المجاهر المركبة

تعتبر أكثر تعقيدا من المجاهر البسيطة حيث أن قوة تكبيرها تصل الى 2000 مرة ،يسمى هذا النوع بالمجهر المركب **لإحتوائه على نوعين من العدسات two types of lenses** التي تعمل على تكبير العينات الهدف وهي الصفة التي تشترك فيها هذه الأنواع ، العدسات التي تكون قريبة من العين(**near the top**)تسمى **العدسات العينية Ocular lenses** بينما العدسات القريبة من العينة تسمى **العدسات الشيئية (near the slide) Objective lenses** يعد المجهر الضوئي المركب الأساسي والذي لايزال شائع الإستخدام حتى يومنا هذا. يعمل هذا المجهر على إضاءة الشريحة Illuminating the slide من الأسفل بوجود مصدر ضوء Light bulb وبذلك تكبر العينة عن طريق النوعين من العدسات.من أبرز مزايا هذا النوع **advantages of compound microscopes** هي قدرته على التكبير بقوة عالية،وتوفره بإسعار مناسبة للهواة والباحثين ، أما من مساوئه **A disadvantage** قدرته التميزية القليلة a lower resolution ، من أبرز الانواع التابعة لهذا النوع **1).M .Bright-field ,2) M. .Dark-field، 3) M. .Phase contrast (الصورة لليمين).**

2) Stereo Microscopes المجاهر المضخمة

يختلف هذا النوع عن المجهر الضوئي المركب بوجود مجموعتين من العدسات العينية **two eyepieces** بدلا من واحدة،الغرض من هذا النوع هو الحصول على صورة ثلاثية الأبعاد **a three-dimensional image** بالتالي هذه المجموعتين ترسل صورة مختلفة للعين اليمين واليسار.العينة تكون مضاءة من الاعلى بدلا من الأسفل مما يجعل هذا المجهر مناسبا للتشريح **dissection** والفحص **inspection** والتصنيع **manufacturing** أو إستخدامه لفحص أي عينة مبهمة **any opaque specimen.** .هذا النوع يكون سهل جدا للأستخدام وغير مكلف مما يجعله ملائم للهواة والمهنيين والطلاب ،له قوة تكبير واطئة **Low magnification** لذالايمكنك من رؤية الخلايا المفردة **individual cells** **(الصورة لليسار)**.



3) Confocal Microscopes المجاهر متحدة البؤرة

هذا النوع لايماثل المجهر الضوئي المركب والمجهر المضخم ،فمصدر الضوء المرئي ناتج عن الليزر **visible light source comes from a laser** ،حيث يعمل على مسح العينة بمساعدة سلسلة من المرايا الماسحة،تتجمع الصورة داخل كومبيوتر وتظهر على شاشة ،حيث **لاوجود للعدسات العينية** هنا.لكون الليزر قادر على إختراق العينة بشكل أعمق ممايفعل الضوء ،وبالتالي الحصول على صورة ثلاثية الأبعاد ،لذا يمكن فحص الجزء الامامي لأي عينة غير مبهمة أو لفحص الجزء الخارجي للعينة بشكل أعمق بإستخدام الضوء الليزري ،هذا ينتج إنتقائية عالية وصورة مفصلة وواضحة،لذا فإن هذا لمجهر لايعد مناسبا للأشخاص العاديين،ويكون ذوتكلفة عالية لذا فهو شائع الإستخدام للباحثين وخاصة بمجال البايولوجي الجزيئي.

ب)Electron Microscopes المجاهر الألكترونية

يستخدم في هذا النوع من المجاهر حزمة من **الألكترونات** بدلا من الضوءالمرئي **electrons rather than visible light** ،منتجاً صورة مكبرة واضحة ومفصلة للعينة المفحوصة،قد تصل قوة التكبير الى مليون مرة .سبب ذلك يعود لكون **الطول الموجي wavelength** للألكترونات **أصغر منه في الضوء من مصدر ضوئي أو ليزري** ،مما ينتج تفاصيل أفضل (أكثر دقة) أثناء الفحص . من المكونات الأساسية للمجهر الألكتروني 1) مدفعة الألكترونات Electron Gum وهي مصدر الأضاء في المجهر، 2) العدسات الألكترونية Electron Lens والتي تضاهي العدسات الزجاجية في المجهر الضوئي ، وهناك نوعين رئيسيين من المجهر الألكتروني وهما:

تركيب المجهر الضوئي

- **جهاز الحمل والتحريك Mounting &movement system** :عبارة عن مجموعة من القطع تحمل وتدعم اجهزة التكبير والأضاءة ويتركب من قاعدة Base يرتكز عليها المجهر وحامل أو ذراع Arm يتصل به المسرح Stage كما يتصل به قطعة أخرى قابلة للدوران تعرف بالقطعة

الأنفية noise-piese والتي تحمل انبوب Tube كما يوجد على الذراع ضوابط التحريك movement control التي يتم بواسطتها التحكم في رفع او خفض مسرح المجهر من خلال تحريك Coarse control أو Fine control

- **جهاز التكبير Magnificatin system**: ويتكون من مجموعة من العدسات الزجاجية المكبرة وهي العدسات العينية وهي انبوب قصير طوله 4سم وقطره 2.5 سم ويحتوي على فتحة مركزية تحد من مجال الرؤية تعرف بالحجاب الحلقي Field diaphragm ، والعدسات الشيئية والتي تصنف الى منخفضة التكبير 2-10مرة وعالية التكبير 40-80مرة والعدسات الشيئية الزيتية وتتراوح قوة تكبيرها 60-100 مرة .
- **جهاز الإضاءة liiumination system**:معظم المجاهر تحتوي مصدر إضاءة داخلي مزود بعدسات جامعة يوجد عادة في قاعدة المجهر ومزود بالحجاب الحدقي iris diaphragm وبه يتم التحكم وحصر حزمة الاشعة الضوئية الصادرة من المصباح الكهربائي

A) Scanning Electron Microscope (SEM) المجهر الألكتروني الماسح

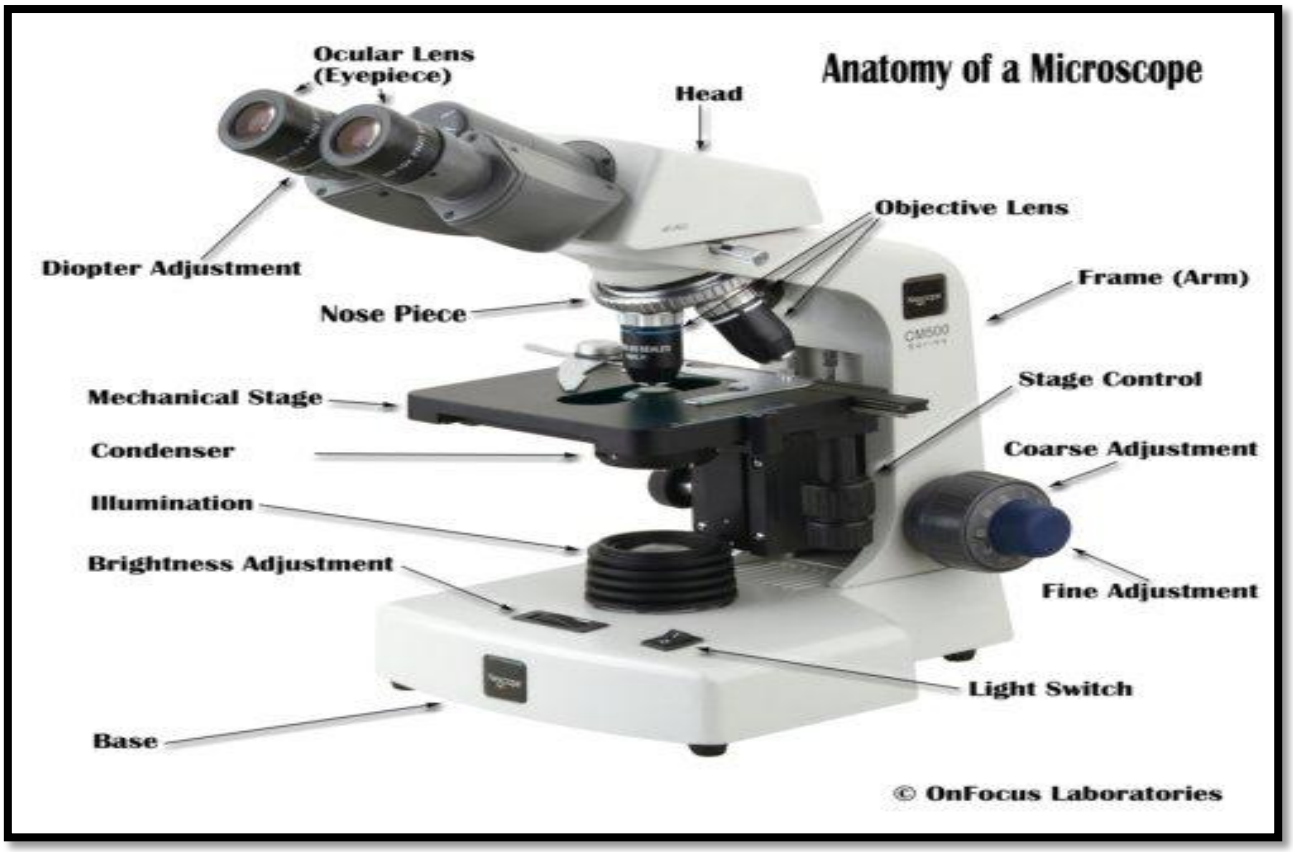
يرسل هذا النوع **حزمة من الألكترونات beam of electrons** الموجهة على سطح العينة،والتي ترتد لتكون صورة سطحية ثلاثية الأبعاد **three-dimensional surface image** بهذه الطريقة نستطيع الحصول على صورة بقوة تكبير عالية حتى **مليون مرة** وبدقة عالية ، في هذا المجهر يجب أن تكون العينة موصلة جيدة للكهربائية لذا **تغطى بطبقة رقيقة من الذهب أو معدن آخر** حيث يطلق المعدن وابل من الألكترونات نحو شاشة فلورية أولوحة تصوير فوتوغرافي فتعطي صورة لسطح الشيئ **لاضرورة لتقطيع العينة في هذه المجاهرالى شرائح من أجل رؤيتها ، ولايمكن مشاهدة العينات وهي حية** .

B) Transmission Electron Microscope (TEM) المجهر الألكتروني النافذ

يعمل هذا النوع على إرسال **دفعة من الألكترونات** خلال عينة رقيقة جدا بدلا من المسح على سطح العينة وإرتدادها، الألكترونات تمرخلال العينة لتكوين **صورة ثنائية الأبعاد واضحة** ،بما أن هذا النوع يعطي تفاصيل واضحة للجزء الأمامي من العينة لذا فهو **يستخدم في الأبحاث الطبية والنانوتكنولوجي.ويعمل على تكبير العينات بحوالي 200000 مرة** ومن سلبياته إنه لايستخدم مع العينات الحية .

.

Parts of microscope



Eyepiece العدسة العينية: هي العدسات التي ينظر من خلالها للعينة the specimen من قبل الفاحص the viewer ، تحتوي هذه العدسات عادة قوة تكبير تتراوح بين 10x الى 15x .

Diopter Adjustment منظم العدسات : يستخدم عادة لتغيير مقدار التقريب change focus في العدسة العينية الواحدة، حيث يعمل على تصحيح الفروقات في مستوى الرؤية vision بين العينين.

Body tube (Head) الجسم الأنبوبي (الرأس) : يعمل على ربط العدسة العينية connects the eyepiece مع العدسات الشيئية to the objective lenses .

Arm (الذراع): يربط الرأس أو الجسم الأنبوبي connects the body tube **بقاعدة المجهر** the base of the microscope .

Coarse adjustment المنظم الكبير : يعمل على تكبير العينة بشكل عام Brings the specimen into general focus .

Fine adjustment المنظم الدقيق: يعمل على تقريب التركيز على العينةfocus وزيادة تفاصيل العينة increases the detail of the specimen. .

Nosepiece القطعة الأنفية : وهي البرج الدوار A rotating turret الذي يكون بمثابة بيت للعدسات الشيئية، الفاحص يدور القطعة الأنفية ليختار عدسات شيئية متغايرة the viewer spins the nosepiece to select different objective lenses .

Objective lenses العدسات الشيئية: أحدة من اهم أجزاء المجهر الضوئي المركب ، والتي تكون قريبة من النموذج أو العينة المفحوصة the lenses closest to the specimen . المجهر القياسي له 3 أو4أو 5 عدسات شيئية والتي تتراوح قوة تكبيرها من 4X to 100X عند إستعمالك للمجهر كن حذرا من عدم ملامسة العينة (النموذج) للعدسات والتي قد تحطم الشريحة الزجاجية والعينة المفحوصة When focusing the microscope be careful that the objective lens doesn't touch the slide, as it could break the slide and destroy the specimen. .

Specimen or slide العينة أو الشريحة الزجاجية: وهي النموذج أو العينة قيد الفحص the object being examined. معظم العينات تتركب على الشريحة الزجاجية most specimens are mounted on slides (وهي قطعة زجاجية مسطحة رقيقة) توضع العينة عليها ويوضع على العينة غطاء خاص the specimen is placed on the glass and a cover slip is placed over the specimen ، هذا يجعل الشريحة (السلايد) سهلة الوضع والرفع من على المجهر easily inserted or removed from the microscope كما يجعل العينة سهلة التعليم (تسمية) allows the specimen to be labeled ، والنقل والخزن منعاً لتحطمها transported stored without damage .

Stage المسرح : وهي منصة مسطحة flat platform توضع عليها العينات المثبتة على الشريحة الزجاجية .

Stage clips ماسك المسرح : هو ماسك معدني Metal clips يحمل الشريحة في المكان المخصص hold the slide on place .

Stage height adjustment (Stage Control) منظم المسرح الدقيق (منظم المسرح): هذه المقابض these knobs تعمل على تحريك المسرح يسار ويمين أو للأعلى أوالأسفل .

Aperture الفتحة أو الثقب: هي فتحة توجد في منتصف المسرح the hole in the middle of the stage والتي تسمح بمرور الضوء من مصدر الإنارة (الأضاءة) الى العينة allows light from the illuminator to reach the specimen .

On/off switch زر التشغيل والإطفاء: يوجد على قاعدة المجهر يعمل على تشغيل مصدر الإنارة وإطفائها turns the illuminator off and on .

Illumination الإضاءة: هو مصدر الضوء في المجهر، في المجاهر القديمة تستخدم المرايا في عكس الضوء من مصدر خارجي الى الجزء السفلي للمسرح used mirrors to reflect light from an external source up through the bottom of the stage مقارنة بالمجاهر اليوم تستخدم مصدرضوء ذوفولتية واطئة use a low-voltage bulb. .

Iris diaphragm الحجاب الحلقي : تعمل على تنظيم كمية الضوء التي تصل للعينة Adjusts the amount of light that reaches the specimen . .

Condenser المكثف: يجمع ويركز الضوء من مصدر الضوء (المضيئ) على العينة قيد الفحص Gathers and focuses light from the illuminator onto the specimen being viewed.

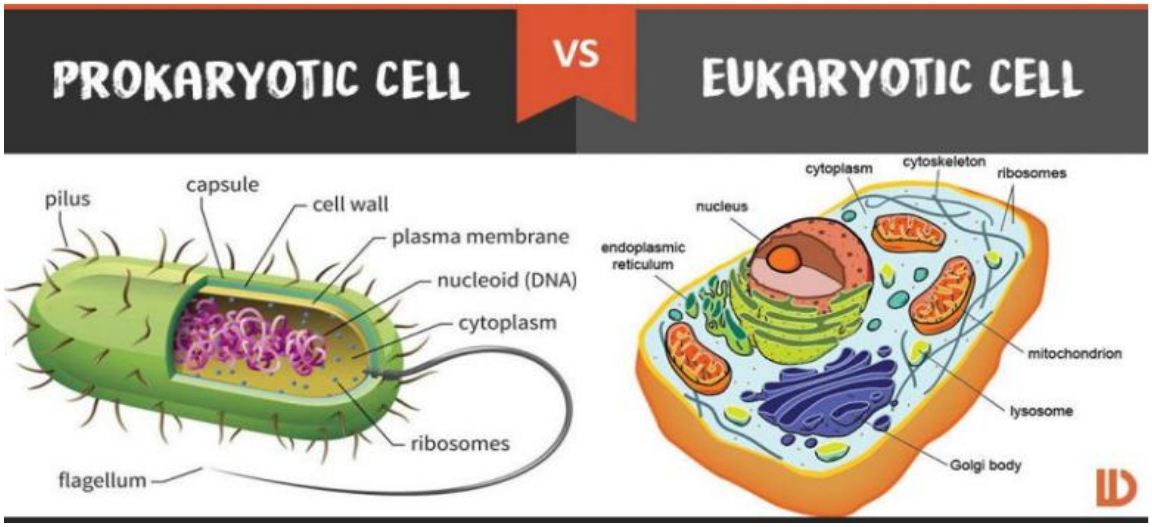
Base القاعدة: هذا الجزء مهم جدا حيث إنه يدعم المجهر ويسنده supports the microscope كما إنه موقع يوجد عليه مصدر الضوء where illuminator is located .

The cell الخلية

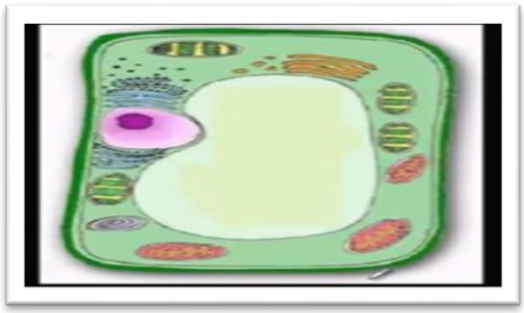
تتألف أجسام الكائنات الحية من خلية واحدة Unicellular Organisms و اكثر من خلية (متعددة الخلايا) Multicellular Organisms تحتوي الخلية الواحدة على عضيات حية كالنواة Nucleus وجهاز كولجي Golgi apparatus والمايتوكوندريا Mitochondrion وغيرها. تحتوي النواة على المادة الوراثية DNAالأساسية لتضاعفها وإنقسامها تحاط الخلايا الحيوانية Animal cells عادة بغشاء يسمى الغشاء الخلوي Cell membrane أما الخلايا النباتية Plant cells فتمتلك جدار من السيليلوز يسمى الجدار الخلوي Cell wall .تقسم الخلايا الى نوعين :

1) **الخلايا بدائية النواة Prokaryotic cells** كالبكتريا Bacteria والخمائر yeast **و** تتألف أجسام هذه الكائنات من خلية مفردة وتخلو النواة والمايتوكوندريا والعضيات الأخرى من وجود الأغشية، حيث إن جميع المكونات الداخلية الذائبة بالماء توجد في السايتوبلازم ومحاطة جميعا بالغشاء الخلوي (سايتوبلازم ومنطقة نووية).يبلغ حجمها (1-10 Micron) . يمكن للغشاء أن ينطوي مكونا طيات أو ثنيات غير منفصلة عن الغشاء البلازمي ،تحتوي هذه الطيات على انزيمات ضرورية للتنفس .

2) الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells كالفطريات Fungi والإبتدائيات Protozoa والحيوانات (الحيوان والإنسان) .تتألف من كتلة بروتوبلازمية محاطة بغشاء بداخله سايتوبلازم Cytoplasm ويحتوي نواة واحدة او أكثر كما توجد بداخله الجسيمات البيروكسية Peroxisomes موقع تحطم الأحماض الأمينية Amino Acids والاحماض الدهنية Fatty acids ، كما توجد بداخل السايتوبلازم جسيمات حالة Lysosomes التي تحلل المواد الغريبة بالأضافة الى وجود بروتينات ليفية يطلق عليها Cytoskeleton .



الخلية النباتية	الخلية الحيوانية
خلايا ذاتية التغذية Autotrophic (منتج في السلسلة الغذائية)	**خلايا متباينة التغذية Heterotrophic مستهلك في السلسلة الغذائية**
تحتوي جدار خلوي Cell wall له أهمية في الدعم وإعطاء الشكل المحدد الذي يكون غالبا مستطيل أو سداسي	**ليس لها جدار خلوي وليس لها شكل محدد ولكن غالبا ماتكون دائرية**
تحتوي على البلاستيدات الخضراء chloroplast (موقع البناء الضوئي)	**لاتوجد فيها البلاستيدات الخضراء**
تحتوي على الروابط البلازميةplasmodesma التي تربط خلية بأخرى	**لاتمتلك هذه الروابط**
الفجوة العصارية كبيرة جدا وتحتل أغلب حجم الخلية	**الفجوة العصارية صغيرة**
لاتمتلك الجسم المركزي centrosome	**تمتاز بوجود الجسم المركزي centrosome**
أكبر حجما من الخلية الحيوانية	**اصغر حجما من الخلية النباتية**



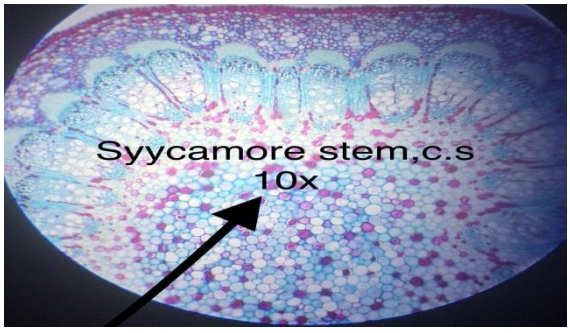
Prokaryotic cells بدائية النواة	Eukaryotic cells حقيقية النواة
لاتمتلك غشاء نووي Nuclear envelope	تمتلك غشاء نووي
الكروموسوم مفرد والحامض النووي DNA حلقي Ring	الكروموسومات متعددة والحامض النووي مرتبط مع البروتينات ويكون بشكل خيط مزدوج Double helix
إنقسام الخلية غير خيطي Amitosis حيث تنقسم بالتبرعم Budding أو الإنشطار Fission	إنقسام الخلية خيطي Mitosis واختزالي Meiosis
لاتوجد نواة Nucleus حقيقية محاطة بغشاء نووي ، لاتوجد نوية Nucleous	توجد نواة محاطة بغشاء نووي ، كما تمتلك نوية
الرايبيوسومات Ribosomes ذات حجم S70	الرايبيوسومات Ribosomes ذات حجم S 80
الغشاء الخلوي Cell membrane معدوم، وجدار الخلية غير سليلوزي	الغشاء الخلوي موجود وجدار الخلية سليلوزي فقط في النباتات
لاتوجد عضيات خلوية كجهاز كولجي والشبكة الأندوبلازمية	توجد عضيات خلوية محاطة باغشية خلوية
الحركة بواسطة سوط منفرد Single flagellum او عدة أسواط	الحركة بواسطة عدة أسواط Multi flgella أو أهداب Cillia أو الأقدام الكاذبة pseudopodia
أنزيمات التركيب الضوئي والأنزيمات التنفسية في غشاء البلازما Plasma membrane	التركيب الضوئي يحدث في البلاستيدات الخضراء Chloroplast والتنفس الهوائي في المايتوكوندريا
التغذية تكون بطريقة الإمتصاص absorption أو التركيب الضوئي Photosynthesis ، الإدخال الخلوي Edocytosis والإخراج الخلوي Exocytosis غير موجود	تتم التغذية بواسطة الهضم Digestion ، الامتصاص absorbtion التركيب الضوئي Photosynthesis ، الإدخال الخلوي والإخراج الخلوي موجود

الكشف عن مكونات الجدار الخلوي عمليا { السليلوز cellulose ، أشباه السليلوزHemicellulose ، المركبات البكتية Pectic compound ، اللكنين Lignin ، الكيوتين cutin ، السوبرين subrin }

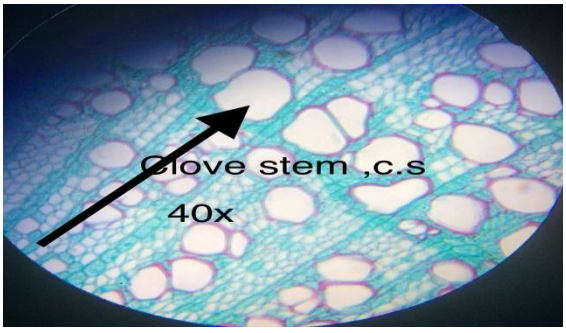
أ)اللكنين Lignin {1-ضع مقطع عرضي لساق الطماطة الفتي أو ساق عباد الشمس على شريحة زجاجية نظيفة، 2- أضف قطرة من كحول phloroglucinol ،3- بعد أن يتبخر الكحول أضف قطرة من حامض الهيدروكلوريك المركز 4- غط النموذج بالغطاء الزجاجي ثم إفحص بالمجهر الضوئي ولاحظ الانسجة الملكننة التي تبدو مصبوغة باللون الأحمر

ب) الكيوتين cutin { 1-ضع مقاطع عرضية خفيفة لورقة الصبار في صحن صغير يحتوي على محلول صبغة sudan3 لمدة 15-20دقيقة (تحضر بإذابة 0.1 غم من الصبغة في 50مل من 95% كحول مثيلي ثم يضاف 50مل كليسيرول الى المحلول، 2- إغسل المقاطع جيدا بالماء المقطر ،3- إحمل أحد المقاطع الى شريحة زجاجية نظيفة بإستخدام قطرة ماء ، 4- إفحص بالمجهر الضوئي لاحظ الكيوتين مصبوغا باللون الأحمر – البرتقالي .

ساق شجر الجميز مؤلف من خلايا برنكيمية جدرانها سليلوزية



اوعية ناقلة لساق الخشب ذو جدران ملكننة



دراسة أنواع الخلايا النباتية Study the types of plant cells

1) الخلايا البرنكيمية Parenchyma cells

هي خلايا حية **living cells** مكعبة الشكل ذات فجوات كبيرة تقع في قمم النباتات كونها غير متخصصة ،وظيفتها **الخزن storage**(تصنيع وخزن المواد العضوية) **والدعم support والقيام بالبناء الضوئي photosynthesis** . بعض الخلايا البرنكيمية في البشرة epidermis تختص بنفوذ الضوء **light penetration** وتبادل الغازات **gas exchange** بينما بعضها الآخر يكون أقل تخصصا، ويكون له القدرة على الأنقسام وإنتاج مجموعة من الخلايا غير المتمايزة undifferentiated cells الخلايا البرنكيمية تكون رقيقة ومغلفة بجدران ابتدائية لتسمح بنقل الجزيئات الصغيرة من خلالها. ولسايتوبلازمها العديد من الوظائف البايوكيميائية منها إفراز الرحيق nectar secretion أو تصنيع النواتج الثانوية التي تثبط العاشبة herbivory . تحتوي الخلايا البرنكيمية على العديد من البلاستيدات الخضراء لذا فهي تعنى مبدئيا بالتركيب الضوئي وتسمى بالخلايا الكلورنكيمية **chlorenchyma cells** . الخلايا الموجودة في **درنات البطاطا tubers potato ، بذور الفلقات في البقوليات legumes تكون ذات وظيفة خزن .**

2) الخلايا الكولنكيمية Collenchyma cells

هي خلايا حية ناضجة غير منتظمة الشكل تحتوي جدار إبتدائي فقط ويكون أكثر سمكا ويفتقر للجدار الثانوي ، هذه الخلايا تنضج من مشتقات المرستيم التي تماثل الخلايا البرنكيمية ولكن سرعان ماتتمايز عنها .لاتمتلك بلاستيدات وتحتوي شبكة اندوبلازمية وجهاز كولجي ،الجدار يكون متثخن من الزوايا في حال تكون من 3خلايا ويكون اقل تثخنا عند إحتوائه على خليتين فقط ، البكتين **pectin** وأشباه السليلوز **hemicellulose** من المكونات الأساسية لهذه الخلايا، الوظيفة الأساسية لهذه الخلايا هو الدعم وخاصة النباتات في مراحل النمو الاولية وزيادتها بالطول، ولمنح المرونة وقوة الشد للأنسجة.

3) الخلايا السكلرنكيمية Sclerenchyma cells

هي خلايا صلدة **Hard** وظيفتها الدعم الميكانيكي **mechanical support** وهي على نوعين **sclereids and fibres** ،تمتلك هذه الخلايا جدران ثانوية الى الداخل من الجدران الأبتدائية ،تترسب على هذه الجدران اللكنين مما جعلها صلدة وغير منفذة للماء لذا لايمكن لهذه الخلايا العيش طويلاً كما لايمكنها تبادل المواد والحفاظ على معدل الأيض الخلوي الداخلي ،هذه الخلايا عادة تموت عند النضج الوظيفي وتفقد السايتوبلازم مما يترك فجوة في التجويف المركزي . الوظيفة الأساسية لها الدعم والإسناد و تثبيط العاشبة من خلال تلف القنوات الهظمية لليرقات والحشرات الصغيرة ،فضلا عن الحماية ،كما تزود الالياف قوة دعم لاوراق وسيقان النباتات العشبية

التجربة العملية الخاصة بتحديد أنواع الخلايا النباتية

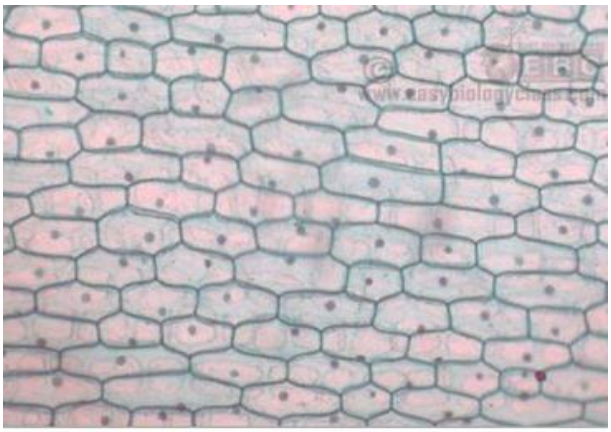
المواد المطلوبة : نماذج من ساق الكرفس وثمرة البطاطس أو البصل وثمرة الإجاص ، صبغة اليود،قطارة وملقط وسكين وشرائح زجاجية ومجهر ضوئي مركب

طريقة العمل prosedure :

نأخذ مقطع عرضي رقيق من ثمرة البطاطس أوالغشاء الرقيق للبصل بعد كسر حرشفة البصل ونضع عليها قطرة من اليود بالقطارة ثم نضع غطاء الشريحة بزاوية 45 مع الحرص على عدم تكون فقاعة هواءوتفحص تحت المجهر بإستخدام قوة التكبير 4xK 10xK40x (لاحظ الخلايا البرنكيمية) ثم نأخذ مقطع عرضي رقيق من الأجاص وتوضع علية قطرة من اليود ونضعه على السلايد ويفحص تحت المجهر (لاحظ الخلايا السكلرنكيمية) 4- نأخذ مقطع عرضي رقيق في ساق الكرفس توضع عليه قطرة ماء ويوضع على السلايد ويفحص تحت المجهر (لاحظ الخلايا الكولنكيمية)

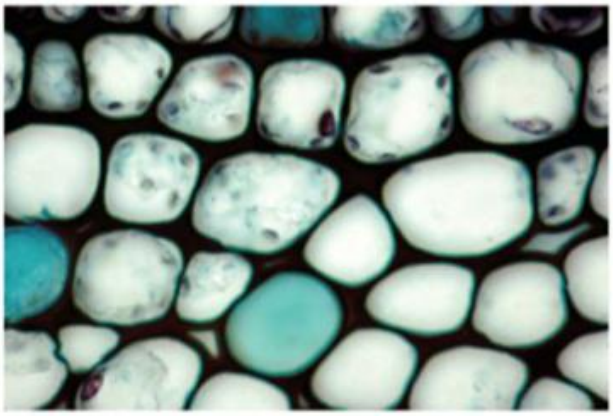
مقاطع نسيجية مختلفة توضح أنواع الخلايا المكونة للأنسجة النباتية

Parenchyma cell



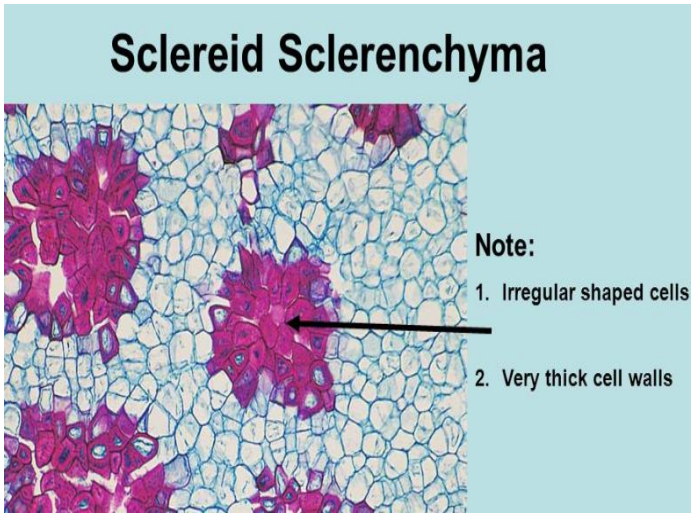
Parenchyma Cells (See the Nucleus)

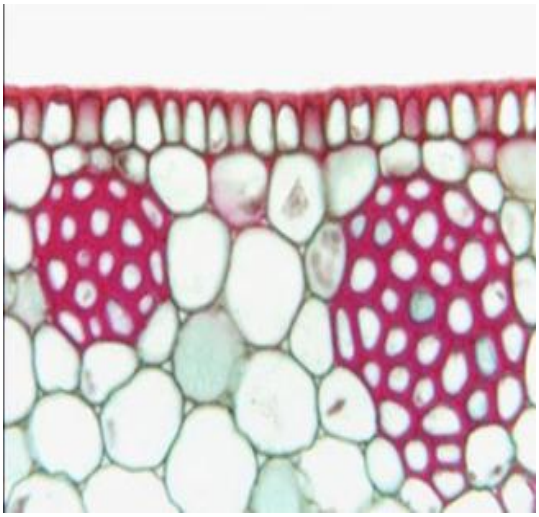
Collenchyma cells



Collenchyma cells (in *Helianthus* stem) (LM)

Sclerenchyma cells





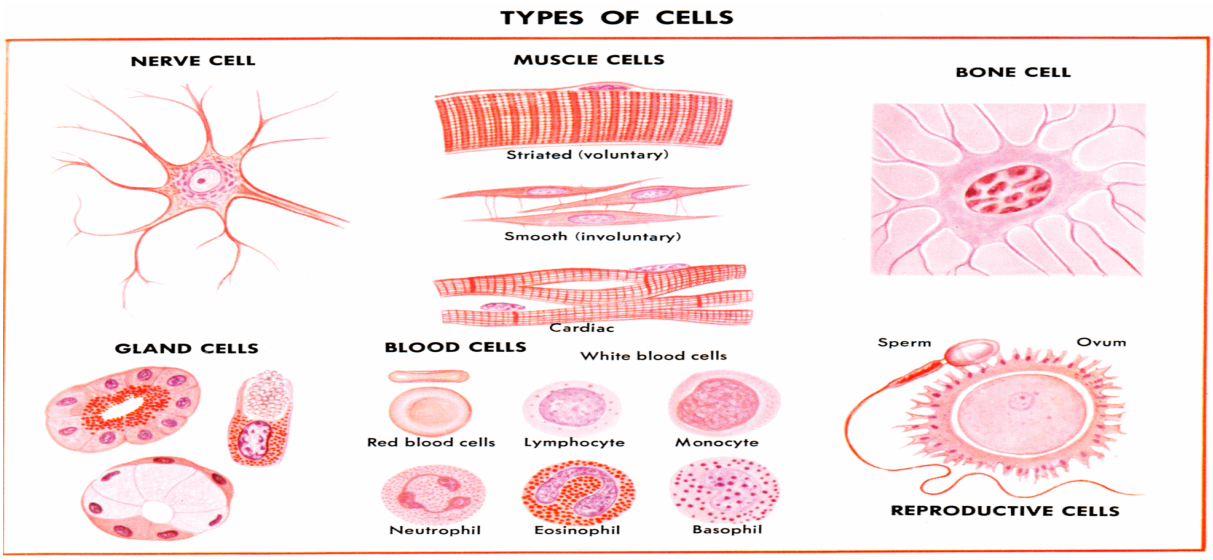
أشكال الخلايا وأنواعها Types & Shape of cells

يتكوّن جسم الكائن الحيّ من خلايا إلى أعضاء وأجهزةٍ كاملةٍ تقوم بوظائفها، لذلك سُمِّيت مجموعة الخلايا التي تتشابه في تركيبها وتقوم بأداء الوظيفة نفسها وتكون مجتمعة معاً **بالنّسيج** Tissue ، وتجتمع أنسجةٌ مُختلفةٌ معاً في مكانٍ واحد في الجسم مُشكِّلَةً **العضو Organ (مثل الكِلية Kidney)**، أمّا الأعضاء النّاتجة من تجمُّع الأنسجة المُختلفة تُكوِّن معاً **الجهاز System كالجهاز البوليّ(Urinary system)** ومجموعة الأجهزة المُختلفة تُشكِّل معاً الكائن الحيّ الكامل **Living Organism .**

*** أنواع الخلايا المُكوّنة لجسم الإنسان Types of cells that forming the human body

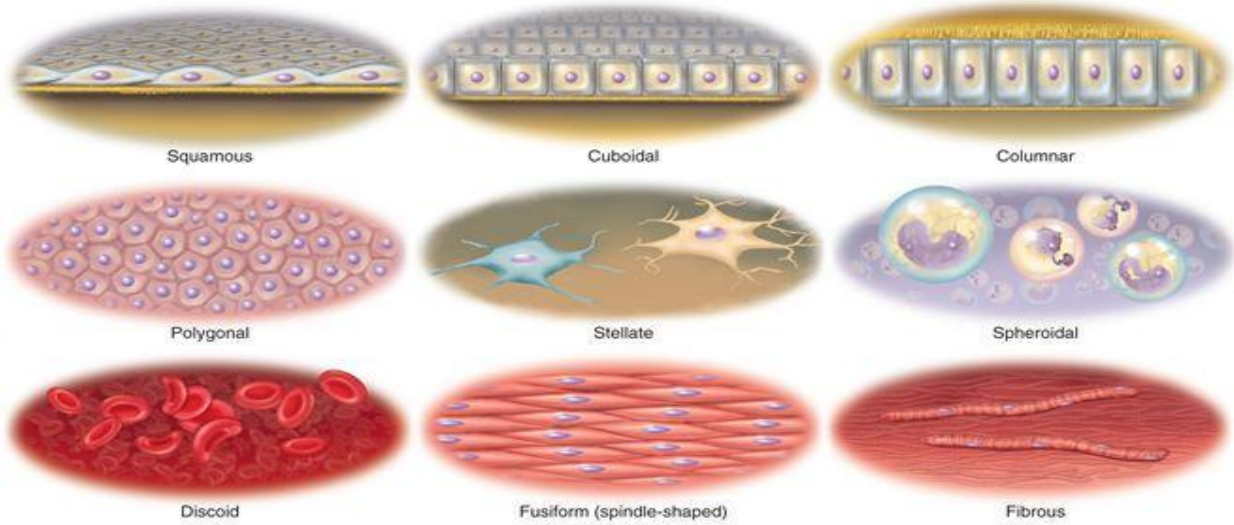
يتكوّن جسم الإنسان من مجموعةٍ من الخلايا التي تختلف في تركيبها ووظيفتها من أجل الحصول على جسم مُتكامِل الوظائف، وهذه الأنواع هي:

- **الخلايا العظميّة Osteocytes :** وهي الخلايا التي تُشكّل ما يُعرف بالجهاز العظميّ أو الهيكليّ**Skeletal system**، وتقوم بعدّة وظائفَ منها دعم عظام الجسم وتقويتها، وإمدادها بالقدرة على الوقوف والتحرّك بشكل ثابت.
- **الخلايا الغضروفيّة Cartilage cells:** هذه الخلايا مُشابهة لخلايا العظام لكنّها أقلّ تركيزاً وأكثرَ مُرونة مُقارنة بتلك الموجودة في العظام، وبالتّالي تنحني بشكل حرّ. موجودة في **الأذن ear، والأنف nose، وبين المفاصل intra joints والفقرات intra disks**.
- **الخلايا العصبيّة Nerve cells:** وهي مجموعةٌ من الخلايا التي تُشكّل في مجموعها ما يُعرَف **بالجهاز العصبيّ Nervous system** والتي بدورها تقوم بإظهار ردّة فعل الإنسان على مؤثرات مُعيّنة، كالتعرّض لحرارة مُفاجئةٍ، أو ألم، أو نخز دبوس مثلاً، إضافةً إلى بعض المشاعر النفسيّة، كالخوف والقلق التي يتحكّم بها الدّماغ تحديداً، وتقوم بذلك كلّه من خلال سيّالات عصبيّة تقوم بإرسالها واستقبالها من وإلى الدّماغ.
- **الخلايا الجلديّة Skin cells :** وهي مجموعة الخلايا التي تُشكّل في مجموعها طبقة الجسم الخارجيّة بحيث تُغطّي أعضاءه وتحديداً الداخليّة، وبالتّالي حمايتها من المُؤثّرات الخارجيّة.
- **الخلايا العضليّة Muscular cells :** وهي مجموعةٌ من الخلايا التي تضمّ العديد من الأنسجة لتُشكّل في النّهاية ما يُعرَف بالعَضَلة Muscle ، وتكون وظيفتها التحكّم في حركة عضلات الجسم من انقباض وانبساط،**Systolic & Diastolic** وبالتّالي حركة الجسم ككلّ.
- **الخلايا الإفرازيّة secretory cells :** وهي خلايا مُتخصّصة بإفراز الموادّ، مثل **خلايا البنكرياس Pancreatic cells ، والغدد اللُعابيّة salivary glands، والغدد الدُهنيّة Sebaceous glands الموجودة على الجلد.**
- **الخلايا الدُهنيّة fatty cells**: وهي مجموعة الخلايا التي تقوم بتخزين الطّاقة التي يكتسبها الجسم عن طريق الطّعام على شكل موادّ دُهنيّة، وتمتاز هذه الخلايا بقدرتها على الاحتفاظ بكميّات كبيرة من الدّهون، وتكون موجودةً في الجسم باللّون الأصفر الذي يُشكّل مُؤشّراً عليها، وتأخذ مساحة الخليّة ككل، وتُحاط هذه الخلايا بنسيج دُهنيّ يقوم بعزل الأعضاء، وتحديداً الداخليّة، وبالتّالي حمايتها.
- **خلايا الدّم Blood cells :** وهي خلايا مُتحرّكة باستمرار لا توجد في مكان مُعيّن، مثل كريات الدّم الحمراء **Erythrocyte** وخلايا الدّم البيضاء **Leukocytes**، و الصّفائح الدمويّة **Platelets**
- **خلايا بيضيّة Oocytes :** هذه الخلايا موجودة فقط في خلايا الجهاز التناسليّ للأنثى ووظيفتها **التّكاثر reproduction**
- **خلايا منويّة sperm cells :** هذه الخلايا موجودة فقط الجهاز التناسليّ للذكر ووظيفتها التّكاثر **reproduction**
- **خلايا جذعيّة Stem cells:** وهي الخلايا الأساسيّة والخلايا الأم للكائن الحيّ، تجري البحوث العلميّة عليها ليكون لها دورٌ في علاج الاضطرابات المرضيّة في المستقبل.
- **خلايا بصريّة Optical cells :** هي خلايا توجد في العين ووظيفتها استقبال الضّوء والصّورة المُنعكسة عليها.



أشكال الخلايا Cells shape تتنوع أشكال الخلايا في الكائنات بدائية النواة وحقيقية لنواة ، ومما يؤكد هذا التنوع الأختلاف في وظيفة كل نوع ، حيث إن كل خلية لها شكل محدد يتلائم مع الوظيفة التي تقوم بها في أجسام الكائنات الحية .فالخلايا العصبية **neuron** تكون طويلة ولها إمتدادات رقيقة تسمى محاور وتشعبات **axons** and **dendrites** والتي تمكنها من الوصول للخلايا الأخرى المجاورة تساعد هذه التشعبات المحور على نقل الرسائل الكيميائية والكهربائية بسرعة خلال الجسم . شكل كريات الدم الحمراء **erythrocytes** يساعدها على الحركة خلال الشعيرات الدموية **capillaries**. حبوب اللقاح **pollen grain** تمتلك على سطوحها أشواك **spikes** تساعدها على الالتصاق بالحشرات والحيوانات مما يسهل عملية نقلها من زهرة لأخرى وتلقيحها . يمكن أن تكون الخلايا ذات شكل متغير Variable حيث تتحول بإستمرار الى أشكال مختلفة كالأميبا Amoeba وخلايا الدم البيض Leucocytes أو تكون ذات شكل محدد وثابت Fixed وتكون كالأتي :

- **الخلايا المسطحة Flattened Cells وتوجد في طبقة البشرة العليا والسفلى Upper &Lower epidermis**
- **الخلايا المكعبة Cuboidal Cells توجد في خلايا الغدة الدرقية Thyroid gland**
- **الخلايا العمودية Columnar Cells توجد في بطانة الامعاء Intestine**
- **الخلايا المقعرة Discoidal Cells كما في كريات الدم الحمراء Erythrocytes**
- **الخلايا الكروية Spherical Cells بيوض عدد من الحيوانات Eggs of animals**
- **الخلايا المغزلية Spindle Cells خلايا ألياف العضلات الملساء Fibers of smooth muscle**
- **الخلايا الطولية Elongated Cells كما في الخلايا العصبية Nervous cells**
- **الخلايا المتشعبة Branched Cells كما في الخلايا الصبغية للجلد Melanocyte cells**



Plastids البلاستيدات

تعد البلاستيدات واحدة من أهم العضيات الخلوية الموجودة في بروتوبلازم الخلايا النباتية (حقيقية النواة Eukaryotic) والطحلبية يختلف شكلها حسب نوع الخلية ، وظيفتها تحويل الطاقة الضوئية الى كيمياوية مخزونة داخل المواد الغذائية. تشتق(تنشأ) البلاستيدات من بلاستيدات أولية Pro-plastids حيث تتمايز Diffrentiation الى انواع مختلفة في الوظيفةFunction والموقع Site وهي كالآتي:

1)البلاستيدات الخضراء Chloroplasts : تمتاز هذه الأنواع منها بوجود صبغة الكلوروفيل Chlorophyll بكميات وافرة ، فضلا عن وجود صبغة الكاروتين والزانثوفيل ، تختلف هذه الانواع من البلاستيدات في أشكالها ففي النباتات الراقية تكون ذات شكل قرصيDiscoid أو بيضوي Oval أو كروي Spherical ،أما اعدادها فيتراوح مابين 20-40 في الخلية الواحدة . أما في النباتات الواطئة كما في طحلب **Chlamydomonas** تكون ذات شكل كوبي Cup shape وفي طحلب **Spirogyra** تكون حلزونية الشكل Helix أما في طحلب **Zygonema** تكون نجمية Star shape . أما في الطحلب الاخضر **Synechococcus** تتخذ شكل صفائح متحدة المركز .تتركب البلاستيدات الخضراء كيميائيا من 1)البروتين الذي يكون 80% منه في حالة غير ذائبة Insoluble protein ومرتبطا مع اللبيدات(الدهون) Lipids مكونا مايعرف بLipoprotein بروتينات دهنية و2) كما تدخل الدهون ضمن تركيبها ، كما تحتوي على DNA و RNA وRibosomes حيث يتحكم ال DNA بجينات معينة داخلها.

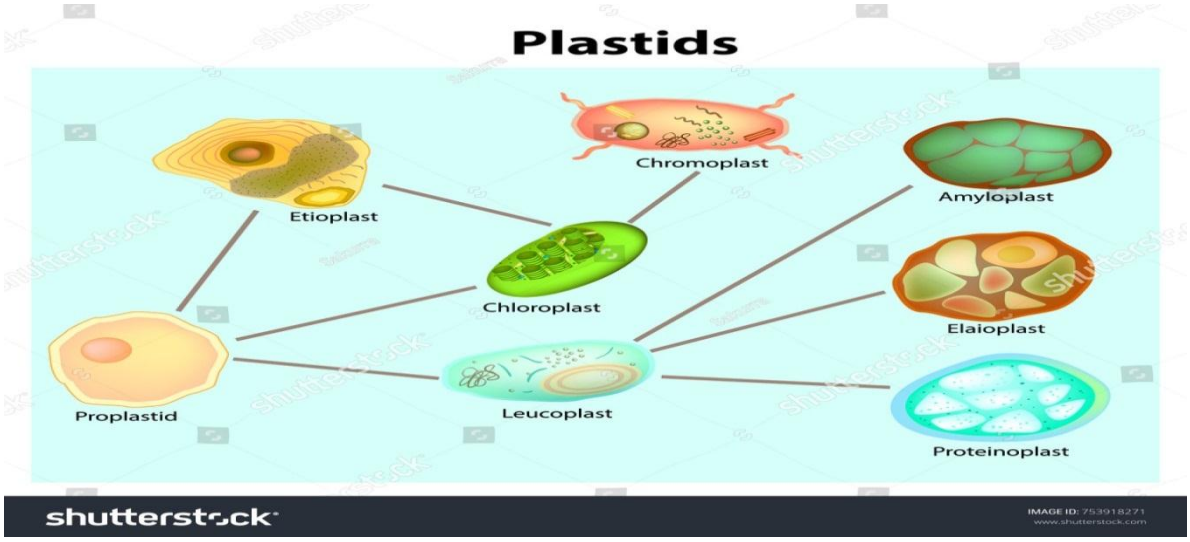
تحاط البلاستدات الخضراء بغشاء خارجيouter membrane وآخر داخليinner membrane يوجد الى الداخل منه **الحشوة Stroma** وهي ذات طبيعة حبيبية لأحتوائها على الرايبوسومات بالأضافة الىDNA ، تحتوي الحشوة نظام غشائي معقد يسمى النظام الصفائحي، يتكون الأخير من عدد من **الGrana** تتكون الاخيرة من مجموعة من الاكياس الغشائية القرصية تسمى **Thylakoid** أو **Grana** تتصل الكرانا مع بعضها عن طريق صفائح أخرى تسمى صفائح الحشوة أو صفائح الستروما **Stroma plates** وهي التي تتم فيها عملية البناء الضوئي.

2)البلاستيدات الملونة Chromoplast : تمتاز هذه الانواع من البلاستيدات بوجود الصبغات الحمراء والصفراء والبرتقالية وتسمى الكاروتينات Caroteins والزانثوفيلات Xanthophyll مع وجود نسبة قليلة من صبغة الكلوروفيل Chlorophyll

3)البلاستيدات عديمة اللون Leucoplast: توجد في جميع الأجزاءو خاصة الجذور وهي لتخزين الدهون والبروتينات

وتشمل A) Amyloplast الخازنة للنشأ**B)البلاستيدات الزيتية Elaioplastids الخازنة للدهون C)البلاستيدات البروتينية Proteinoplastids** الخازنة للبروتين

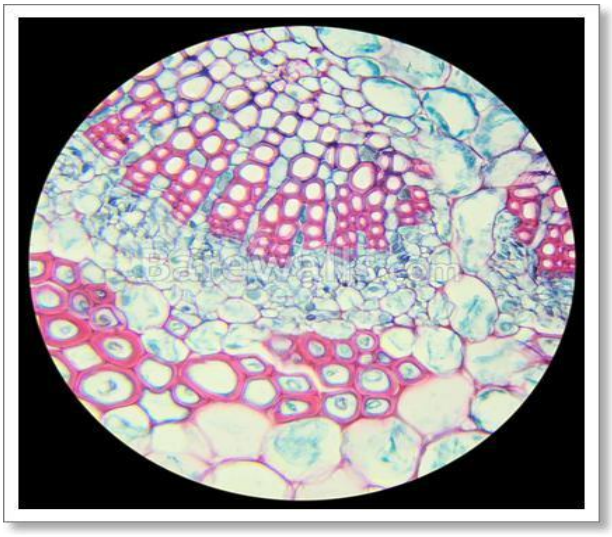
**** يمكن أن تتحول البلاستيدات من نوع الى آخر ويعتمد ذلك على مكانها ودرجة تطورها .**



الجانب العملي //

أولاً) 1-خذ ورقة حشائش خضراء ثم أكشطها من أحد الوجهين وأستمر بالكشط بدقة لحين الحصول على جزء رقيق جدا بالأضافة الى أحد البشرتين ، 2- خذ عينة صغيرة من الجزء الرقيق الذي تم الحصول عليه ثم انقله الى شريحة زجاجية نظيفة 3- ضع قطرة ماء أعلى العينة ثم ضع غطاء الشريحة وأفحصه بقوة تكبير x10 وأرسم ماتشاهده ، لاحظ شكل البلاستيدات الخضراء القرصية .

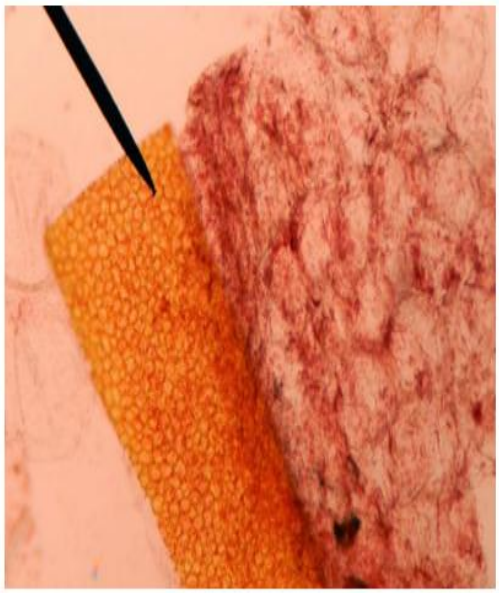
ثانياً) 1- خذ جزء رقيق من ثمار البطاطا وأكشط قليلا من اللب الداخلي أو الوسطي، إستمر بالكشط حتى تحصل على جزء رقيق جدا ،2- خذ جزء صغير من العينة التي تم الحصول عليها ثم إنقلها الى شريحة زجاجية نظيفة ،3- ضع قطرة ماء فوق العينة ثم ضع غطاء الشريحة وأفحصها بقوة تكبير x10 وارسم ماتشاهده ، لاحظ شكل البلاستيدات الملونة العصوي وأشكال أخرى .



بلاستيدات خضراء في ورقة نبات الياسمين (C.S 400x)

bwc26906392 Barewalls ©

بلاستيدات خضراء في ورقة النباتات



Tomato - GREAT view on the right of the tomato flesh with red speckles (chromoplasts). The mass of orange cells on the left is the skin (epidermis).

البلاستيدات الملونة في الطماطة

bwc28827197 Barewalls ©

البلاستيدات الخضراء في طحلب Spirogyra

المحتويات غير الحية للخلية النباتية Non-living components in plant cells 1-البلورات Crystals

هي تراكيب غير حية non- living structures مكونة من مواد غير ذائبة non-solubles (املاح لا عضوية) تترسب في الخلايا نتيجة لزيادة تركيزها .وهي ناتجة من اتحاد الاحماض الموجودة ضمن العصير الخلوي مع أملاح الكالسيوم فيكون تركيبها اوكزالات الكالسيوم calcium oxalates أو كاربونات الكالسيوم calcium carbonates . وبذلك يكون الغرض من تكوين البلورات في الخلايا النباتية هو التخلص من سمية حامض الأوكزاليك عن طريق تحويله الى مركبات غير ذائبة على هيئة بلورات .

انواع البلورات Crystals Types

1-البلورات الإبرية Raphides or Needle crystals

تتجمع البلورات في هذا النوع مكونة حزمة raphides مستدقة الاطراف يوجد هذا النوع في نبات البصل **Allium** ولالة عباس (شبوي أو ورد المساء) **Mirabilis jalapa** المكون الأساسي لهذا النوع اوكزالات الكالسيوم.

2-البلورات الوردية أو النجمية Rosette or Druses

تتجمع بلورات هذا النوع بشكل نجمة او وردة ، المكون الاساسي لهذا النوع اوكزالات الكالسيوم ايضاً. توجد في **نبات الدفلة Nerium** ،**سيقان الصبير Opuntia**، **اوراق الداتورة Datura** ،**وجذور البطاطا الحلوة Ipomoea batatas** **ونبات الزيزفون Tilia**

3- البلورات الموشورية Prismatic crystals

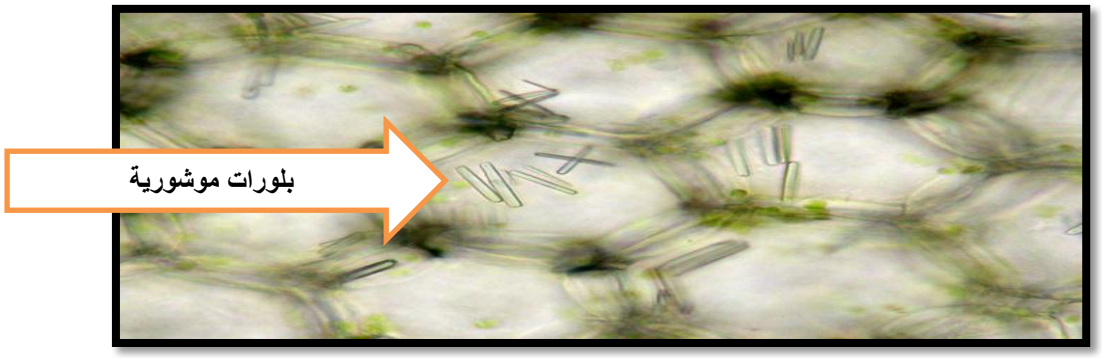
تظهر بشكل مفرد او مجموعة من الاشكال الموشورية ، ويكون المكون الاساسي لها كاربونات الكالسيوم . **وتوجد في اوراق الحمضيات Citrus ، وبشرة البصل Allium** .

4- البلورات الرملية sand crystals

وهي بلورات موشورية صغيرة جدا توجد في كتل عادة وتوجد في سيقان **الخمان Sambucus** وفي **البطاطا solanum tuberosum .**

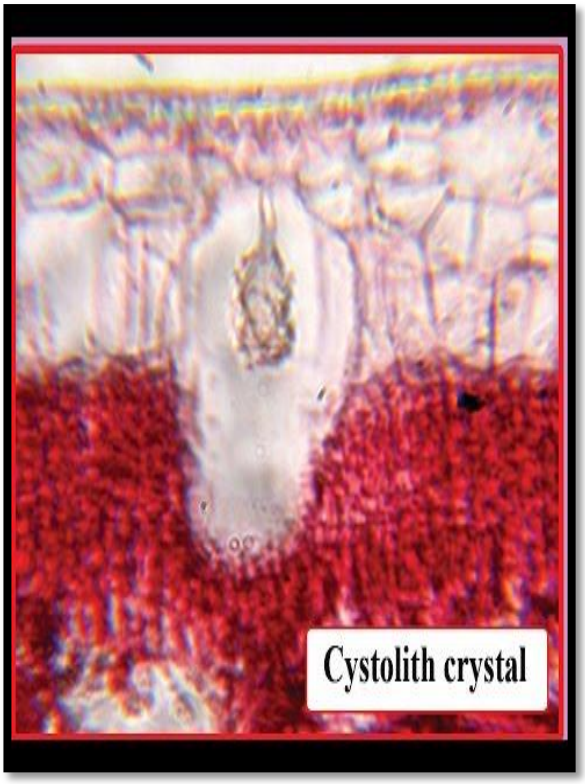
5-البلورات المعلقة cystolith crystals

وتتكون هذه البلورة من جسم البلورة Body مكون من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وساق stalk مكون من مادة السيليلوز cellulose ، ويطلق على الخلية التي تحوي الحويصلة الحجرية الخلية الحجرية lithocyte او كيس الحوصلة الحجرية lithocyst .يوجد هذا النوع في **نبات التين المطاط Ficus Elastica** .



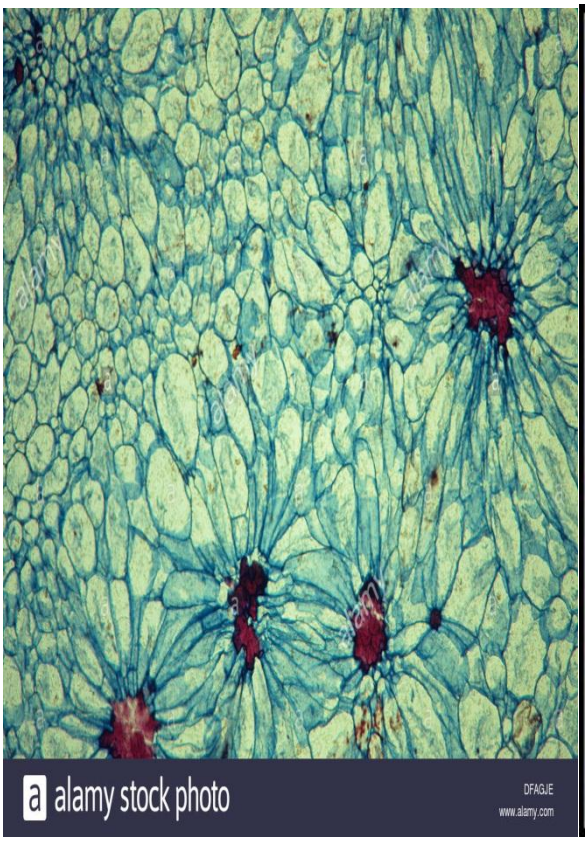
يتضمن الجزء العملي تحضير شريحة لبشرة من ورقة نبات لالة عباس او اوراق البصل وملاحظة البلورات الابرية،كما يمكن تحضير شريحة لبشرة الاوراق الحرشفية لنبات الثوم وملاحظة البلورات الموشورية،وساق الزيزفون وملاحظة البلورات الوردية .

(بلورات ابرية)



(بلورات معلقة)

(بلورات وردية)

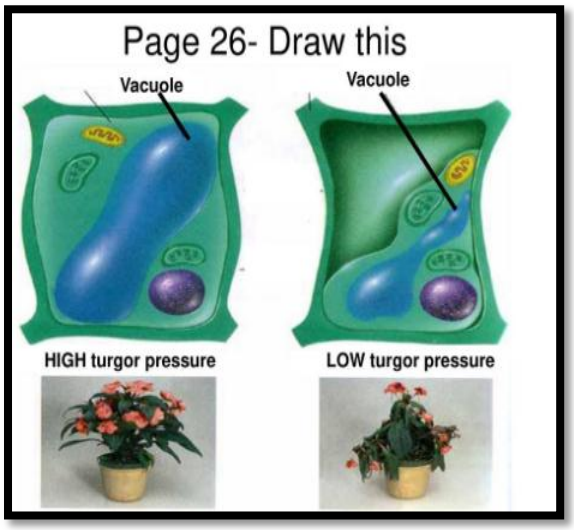


(خلية حجرية)

المحتويات غير الحية للخلية النباتية Non-living compenents in plant cells

2- الفجوات Vacuoles

وهي من العضيات المحاطة بغشاء حيث توجد في معظم الخلايا النباتية البالغة وتحتل اكثر من 90% من حجم الخلية ،كما توجد في خلايا الفطريات fungal cells وفي البكتريا والخلايا الحيوانية.تتكون الفجوات من إندماج اغشية حويصلية مكونة فجوةعصارية مركزية كبيرة ،وليس لها شكل وحجم ثابت فهي عضيات تتكون حسب حاجة الخلية . وتحاط الفجوات في النباتات بغشاء يسمى **Tonoplast او غشاء الفجوة Vacuole membrane** وتكون مملؤة بسائل يسمى **بالعصير الخلوي cell sap** ويمتاز غشاء الفجوة بكونه غشاء حقيقي مفرد ذو نفاذية اختيارية **selective permeability** لذا يمكن تعريف الفجوة : على انها تجويف cavity في السايتوبلازم محاط بواسطة غشاء **Tonoplast**(هو غشاء سايتوبلازمي مفرد ويعد غشاء حقيقي يحدها او يفصلها عن السايتوبلازم) حيث ينظم هذا الغشاء حركة الايونات حول الخلية.وتحتوي على محلول مائي يسمى بالعصير الخلوي **cell sap** .يوجد الأخير داخل الفجوة ويكون الماء المكون الرئيسي له بالاضافة الى المواد العضوية وغير العضوية **كالسكريات والبروتينات والاحماض العضوية والتانينات والاصباغ كالاتثوسيانين والاملاح** وتشكل هذه المواد محاليل غروية وحقيقية وقد يكون قاعديا او حامضيا ويتباين في تركيزه .



وظائفها :

1- تلعب دوراً هاما في تنظيم لماء والمواد المذابة فيه في الخلية وتنظيم الضغط الأزموزي 2-خزن المواد واستعمالها في اوقات اخرى في عملية البناء . 3-هناك ادلة على ان الفجوات تحتوي على انزيمات هاظمة تساعد على تحليل المكونات السايتوبلازمية والايضية فهي لها خاصية مشابه للايسوسومات في الخلايا الحيوانية . 4-تقوية النبات نتيجة لامتلاءها خصوصا الاجزاء الفنية .5-عزل المواد التي تكون ضارة بالخلية كما تحتوي نواتج الفضلات 6-تنظيم الأس الهيدروجيني الداخلي PH .

3- الحبيبات النشوية Starch grains

النشأ هو مادة كربوهيدراتية مكون من سلسلة طويلة من جزيئات سكر الكلوكوز ويبدو بشكل حبيبات ، ويعتبر النشأ من اهم المواد المخزونة في الخلايا النباتية ، تتكون حبيبات النشأ اولا **في البلاستيدات الخضراء Chloroplast** وكذلك **البلاستيدات عديمة اللون Leucoplast** .ويتحلل النشأ الى سكر حيث يخزن في الانسجة الخازنة ويتكون مرة ثانية في البلاستيدات المسماة **Amyloplasts** . **ومن العوامل التي تؤثر على تكوين حبيبات النشأ : الظروف الفسيولوجية المرتبطة بالبلاستيدات الخضراء والبيضاء، كمية سكر الكلوكوز . ، درجة الحموضة، الحرارة والضوء ، توفر الانزيمات .**

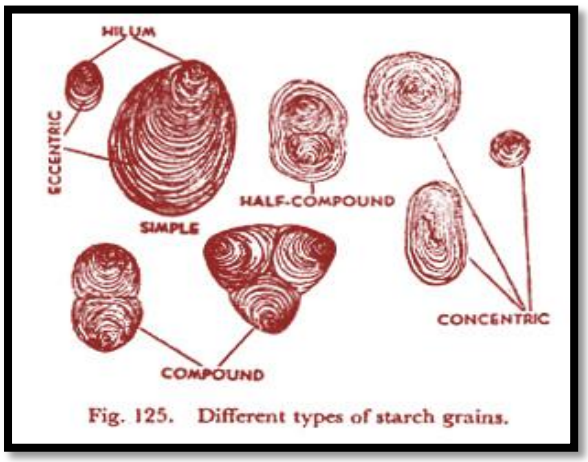
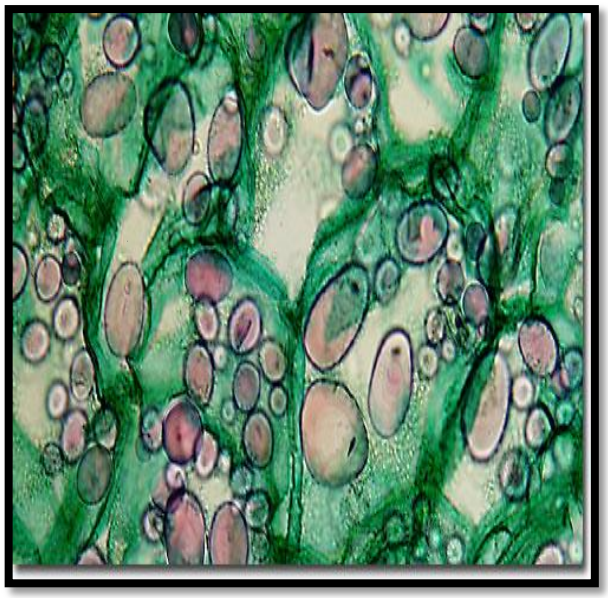


Fig. 125. Different types of starch grains.

تصنف حبيبات النشأ استنادا الى الاسس الآتية:

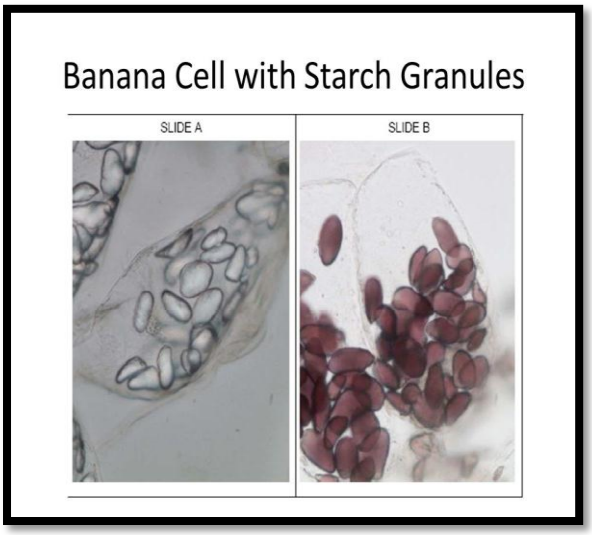
1- موقع السرة Hilum . مركزي Concentric كما في البزاليا Pea، غير مركزي Excentric كما في الموز Banana
2- وجود او عدم وجود طبقات layer or stratification .
3- حجم وشكل الحبيبات النشوية .
4-طبيعة هذه الحبيبات فهي إما بسيطة simple أي توجد سرة واحدة ، شبه مركبة semi – compound توجد سرتان او اكثر ذات طبقات حول بعضها غير ان الخارجية مشتركة ، مركبة conpound السررمستقلة ويوجد حاجز بينها بالاضافة الى ان الطبقات هي الاخرى مستقلة .

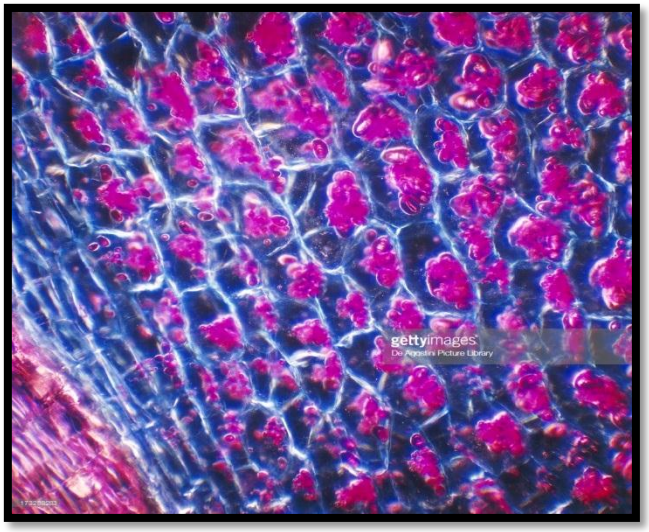
الجانب العملي : خذ بصلة وقم بتقطيعها وإستخرج القشرة الرقيقة منها ثم ضعها في طبق بتري حاوي على صبغة السفرانين أو الايوسين لمدة 30دقيقة ثم ضع العينة المصبوغة على شريحة زجاجية وبإستخدام ابرة تشريح ضع غطاء الشريحة لتجنب تكوين فقاعات هواء ثم إفحصها تحت المجهر وبقوة تكبير x10 ولاحظ وجود Cell wall,nucleus,vacuole لاحظ تلون النواة بلون داكن ؟ أعد التجربة بأخذ مسحة من بطانة الفم ثم أخلطها مع قطرة ماء ثم قطرة من صبغة المثيلين الأزرق وضع غطاء الشريحة ثم إفحصها بالمجهر ولاحظ وجود cell membrane,nucleus أما الفجوات فينعدم وجودها في الخلايا الحيوانية أو قد تتكون حسب حاجة الخلية لها .



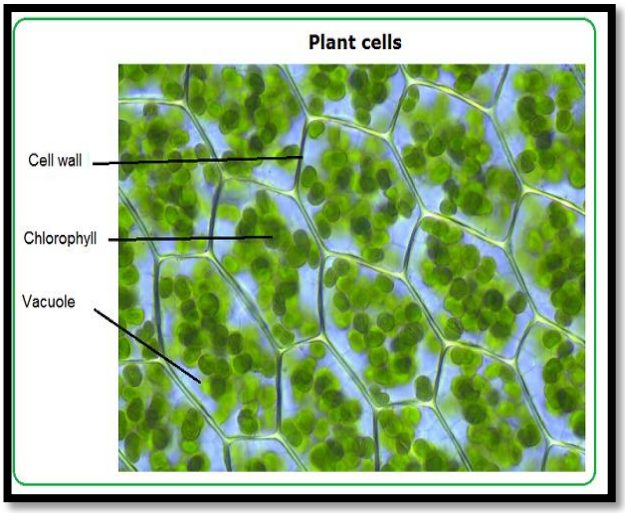
Starch granules in potato

فجوة كبيرة مصطبغة بصبغة الأنثوسيانين (ارجوانية اللون)





حبيبات النشأ في درنات البطاطا بقوة تكبيرx75



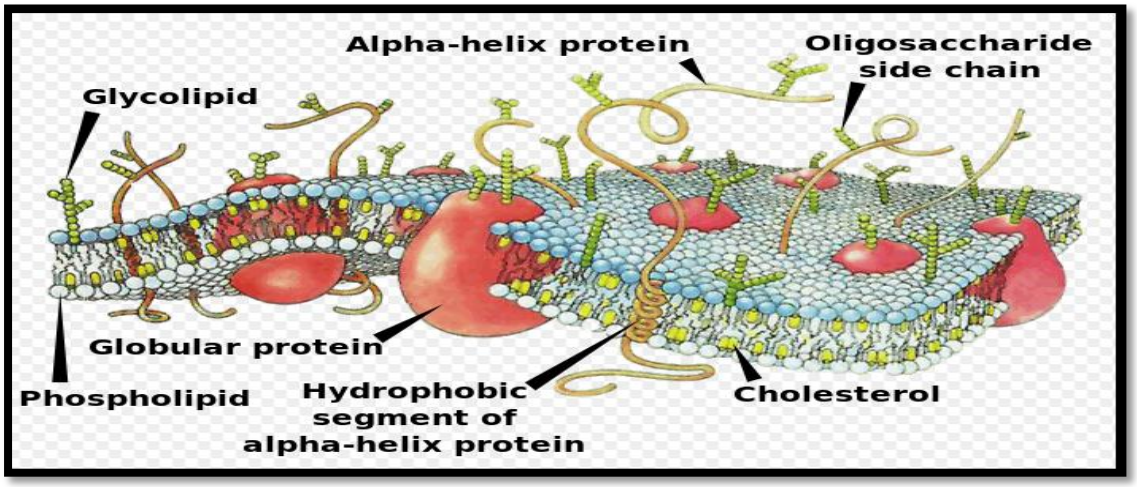
Plasma membrane permeability نفاذية الغشاء البلازمي

الغشاء البلازمي Plasma membrane : غشاء رقيق جداً very thin membrane مكون من طبقة دهون ثنائية وبروتينات مطمورة بداخله lipid bilayer with embedded proteins ويقوم الغشاء بالوظائف الآتية :

1) فصل المحتوى الداخلي للخلية عن محيطها الخارجي separates the interior of all cells from the outside environment (the extracellular space) (عزل السايتوبلازم عن محيطه الخارجي)
2) حماية الخلية من المحيط الذي توجد فية protect the cell from its surroundings
3) تنظيم حركة المواد داخل وخارج الخلية والعضيات controls the movement of substances in and out of cells and organelles
4) يقوم الغشاء بالعديد من الوظائف الخلوية مثل إلتصاق الخلية ،توصيل الأيونات ، الإشارات الخلوية cell adhesion, ion conductivity and cell signalling ،ويعمل كسطح لإلتصاق العديد من التراكيب الخارجية كالجدار الخلوي ،والطبقة الكاربوهيدراتية المسماة بالكأس السكري glycocalyx, ،والشبكة الداخلية من الألياف البروتينية المسماة سايتوسكليتون cytoskeleton
5) يحتوي الغشاء عدد كبير من المستقبلات الموجودة على السطح يتم خلالها التعرف على الهرمونات والمؤثرات العصبية وتوصيل تأثيرها داخل الخلية

التركيب الكيمائي للغشاء

وضعت معالم التركيب الخاص بالغشاء البلازمي عن طريق العالمين Singer &Nicolson عام 1972 حيث تمت تسمية هذا النموذج بالنموذج السائل المبرقش Fluid Mosaic Model ويتلخص هذا النموذج إن برتينات الغشاء من النوع الحبيبي Globular تكون مغمورة كلياً أو جزئياً في طبقة مركزية سائلة من الدهن ثنائي الجزيئات وتكون جزيئات البروتين على شكل وحدات متفرقة ومستقلة وليست بشكل طبقة مستمرة ومتصلة ،أي إن هذا النموذج يصور البروتينات السطحية أو المحيطية Peripheral Proteins والمتداخلة Intergral proteins كجزيئات مطمورة أو سابحة في السائل الدهني حيث تسمح خاصية الحركة والتركيب الحبيبي لهذه الحبيبات بالقيام بالتفاعلات اللازمة لإتمام نقل جزيئات معينة خلال الغشاء.ويعد هذا النموذج الاكثر قبولاً لتوضيح التركيب الداخلي للغشاء البلازمي .



طرق إنتقال الماء والمواد عبر الغشاء البلازمي

1)الإنتشار الحر Simple Diffusion // بهذه الطريقة تنتقل الجزيئات مع فرق التركيز أي من مناطق التركيز العالي الى التركيز الواطئ وبدون نواقل أو طاقة

2)الإنتشار الميسر Facilitated Diffusion & Carrier Mechanisms // تنتقل الجزيئات بهذه الطريقة مع فرق التركيز ولكن تحتاج الى وجود نواقل Carrier ولاتحتاج الى طاقة ATP

3) النقل الفعال والضخ الأيوني Active transport & Ion Pump // تنتقل الجزيئات في هذه الطريقة عكس فرق التركيز اي من التركيز الأقل الى التركيز الأعلى وهذا مايحصل عادة مع تراكم جزيئات تحتاجها الخلية مثل الأيونات ، والكلوكوز، والاحماض الامينية ويحتاج الى نواقل وطاقة .

4) النقل عن طريق تكوين الحويصلات Transport though vesicle // لأغشية بعض الخلايا القدرة على إحاطة بعض المواد وتكوين حويصلات غشائية حيث عن طريقها يتم إدخال وإخراج المواد من والى الخلية

أولاً: الإدخال الخلوي Endocytosis ويشمل // أ) الإلتهام الخلوي أو البلعمة Phagocytosis // يتم فيها هظم الأجسام الصلبة من الخلية بواسطة الفعالية الطبيعية لغشاء البلازما ، وهذه الظاهرة يمكن ملاحظتها في الإمبيا وبعض خلايا الدم البيضاء Leucocytes

ب) الشرب الخلوي Pinocytosis // تتم هذه الطريقة بواسطة إحتواء المواد السائلة الى داخل الخلية بطريقة تشبه البلعمة حيث تمتز المواد Adsorbed عند سطح البلازما ثم يحدث لف داخلي infolding للغشاء ناتجاً كيس يحتوي الدقائق المطلوب هظمها

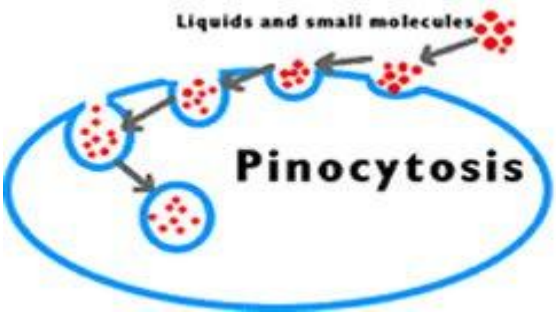
ج) اللقف الخلوي Rhopheocytosis // هذه لآلية خاصة بنقل جزيئات كبيرة من المواد مثل السايتوبلازم مع محتوياته من خلية الى اخرى حيث تتضمن العملية تكوين فجوات في سطح الخلية دون وجود تقديرات سابقة في السطح حيث تظهر الخلية في هذه العملية كأنها تشفط المواد المحيطة بها كالشرب الخلوي .

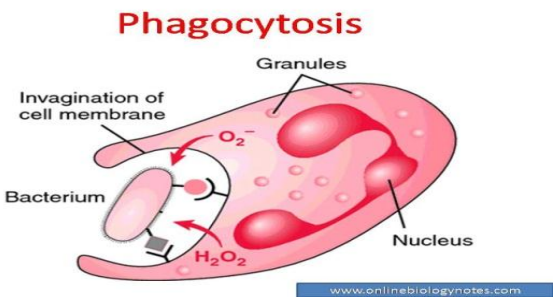
ثانياً: الإخراج الخلوي Exocytosis // أ) الأفراز الكلي Holocrine secretion يتضمن هذا الإفراز ملئ الخلية بالناتج الإفرازي ثم تحرر الخلية برمتها كجسم إفرازي وبعدها تضمحل الخلية محررة محتوياتها

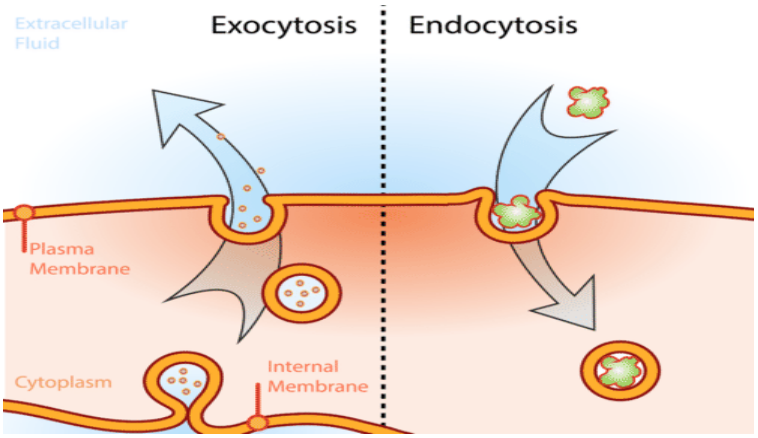
ب) الإفراز الجزئي Eccrine secretion// وتنتج عن هذه العملية إنخفاضات مؤقتة تنشأ عند سطح الخلية وفي حالة الإفراز ينشأ خيط من فجوات مرتبطة مع بعضها البعض وبواسطة هذه الوسائل ينبذ(يطرح) الإفراز الى الخارج

ج) الإفراز القمي Apocrine secretion// حيث يندفع التجويف السطحي للخلية الى الخارج ليكون بروزات ثانوية وأشكال كروية متصلة بالخلية بواسطة سويق رفيع بعدها تكون طبقة كثيفة من السايتولازم على عرض الساق تفصل تدريجياً الجسم المخزون ويصبح طليقاً في التجويف .

د) الإفراز الثنائي Diacrine secretion// في هذا النوع من الإفراز تتكون أجسام إفرازية محاطة بأغشية كما في الإفراز الجزئي ولكن بدلاً من تحررها بالتحامها بالغشاء البلازمي فإن الناتج الإفرازي أما ينتشر اولاً عبر غشاء الجسم الإفرازي ثم عبر الغشاء البلازمي أو تنتشر أجزاء غشاء الجسم الأفرازي المتحرر عبر السايتوبلازم القمي وغشاء البلازما .







الأزموزية Asmosis

هي مرور جزيئات المذيب (الماء مثلاً) عبر غشاء شبه منفذ من المحلول الأقل تركيزاً (الماء الصافي مثلاً) الى المحلول الأكثر تركيزاً (ماء البحر مثلاً) وهي حالة خاصة من حالات الأنتشار diffusion

الجانب العملي : دراسة تأثير المحاليل ذات التراكيز المختلفة على كريات الدم الحمراء

المواد والأجهزة المطلوبة // أنابيب زجاجية ، شرائح زجاجية ، أغطية شرائح ، قطارة ، اعواد خشبية ، أبر وخز ، مسحات كحول ، مجهر ضوئي ، ماء مقطر ، محلول كلوريد الصوديوم تركيز 0.9% محلول كلوريد الصوديوم تركيز 5%

طريقة العمل :

1) ضع في 3 أنابيب إختبار نظيفة كما يلي :

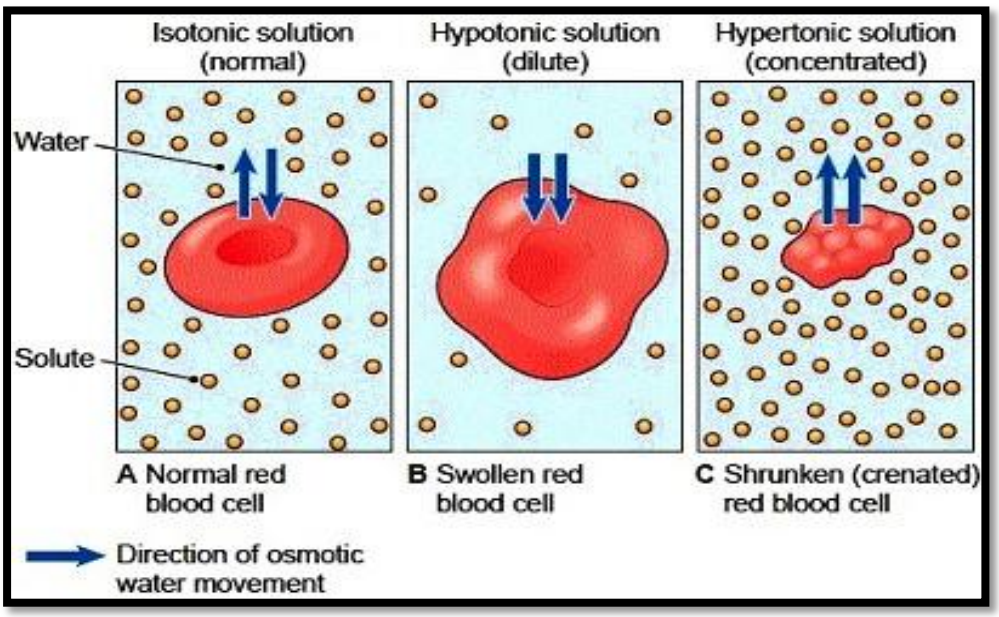
الانبوبة A) ضع فيها 2مل من ماء مقطر (تمثل محلول تحت الملحيHypotonic solution)

الأنبوبة B) ضع فيها 2مل من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز 0.9% (تمثل المحلول الملحي المتعادل Isotonic solution)

الانبوبة C) ضع فيها 2مل من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز 5% (تمثل المحلول فوق الملحي Hypertonic solution)

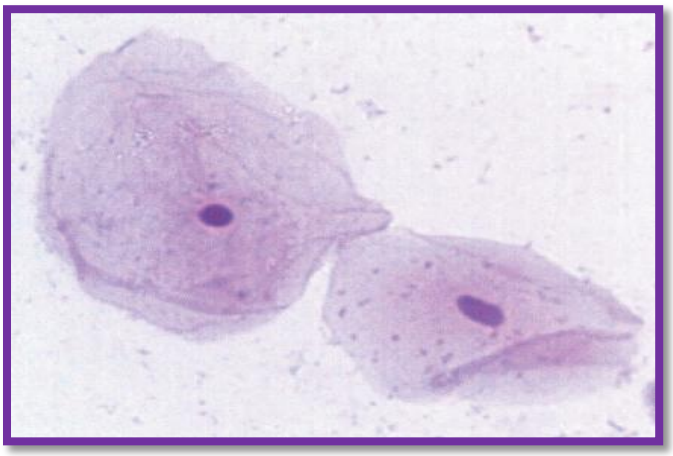
2) إوخز اصبع الإبهام بإبرة وخز معقمة
3) ضع قطرة من دم فوق كل كل شريحة زجاجية نظيفة ، ثم بواسطة قطارة ضع قطرة من كل محلول بالتوالي على شريحة زجاجية نظيفة كل على حدة
4) إمزج الخليط من الدم والمحلول على كل شريحة بأعواد خشبية لعدة ثواني ثم إفردها بواسطة شريحة اخرى.
5) غطي الشرائح بواسطة أغطية الشرائح الزجاجية ثم إفحصها تحت المجهر

النتائج // في الأنبوبة الاولى تتكسر كريات الدم الحمراء حيث يدخل الماء من خارج الخلية الى الداخل فتنتفخ وتنفجر (Swollen red blood cell) ،، أما في الانبوبة الثانية لايحدث تغيير في كريات الدم الحمراء نتيجة تساوي الضغط الازموزي حيث إن التركيز داخل كرية الدم مساوي لتركيز المحلول الملحي المتعادل(Anormal red blood cell) ،، أما في الانبوبة الثالثة فنلاحظ إن كرية الدم الحمراء انكمشت وذلك لخروج الماء من داخل الكرية الى الخارج(Shrunken red blood cell). توضح الصورة ادناه الحالات المذكورة .



Study of living & Fixed cells دراسة الخلايا الحية والمثبتة

أولاً:الخلايا الحية: يمكن دراسة الخلايا الحية بشكل مباشر Direct من خلال تحضير مقاطع أو شرائح وقتية Temporary slides أو بالتحميل الرطب wet mount ، ويتم في هذه الطرق إستخدام صبغات تعرف بالصبغات الحية vital stains حيث إن هذه الصبغات لاتؤثر تأثيراً مباشراً في الخلية الحية ، ولكون هذه الأصباغ تؤدي الى موت الخلية إذا ماتعرضت لها لمدة طويلة ، لذا فهناك وقت كافٍ لدراسة الخلية الحية قبل موتها ومن هذه الأصباغ **Neutral red** تستخدم لصبغ السايتوبلازم وصبغة **Methylene blue** لصبغ معقد كولجي وصبغة **Janus green** لصبغ المايتوكوندريا .



***** طريقة تحضير شريحة مؤقتة لخلايا حيوانية حية مختبرياً**

1-قم بأخذ مسحة من بطانة الفم (السطح الداخلي من الخد) بواسطة اعواد تنظيف الأذن أو الاسنان

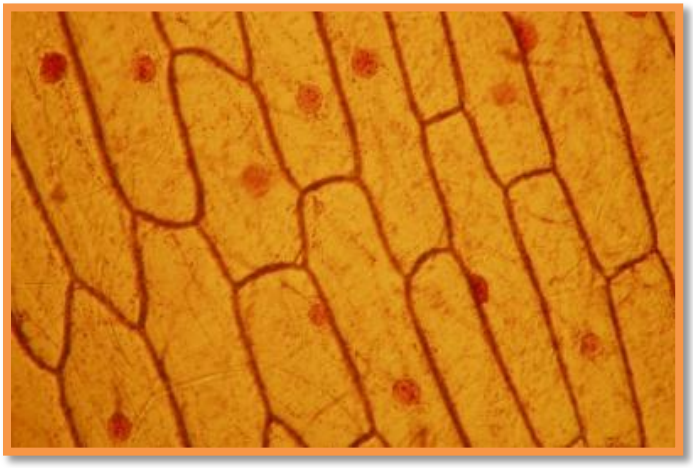
2-ضع جزء من العينة التي حصلت عليها على شريحة زجاجية نظيفة ثم ضع عليها قطرة **من صبغة Methylene blue**

3-غط الشريحة الحاوية على العينة المصبوغة بغطاء الشريحة وأفحصه تحت المجهر بإستخدام قوة التكبير الصغرى ثم الوسطى ثم الكبرى (ماذا تلاحظ؟؟)

***** طريقة تحضير شريحة مؤقتة لخلايا نباتية حية مختبرياً**

1-إقطع بصلة طولياً الى أربعة أقسام

2-ضع قطرة ماء وسط الشريحة ،إستخلص بإستخدام الملقط قطعة صغيرة من الغشاء الرقيق المبطن للسطح الداخلي للبصلة ضع الغشاء فوق قطرة الماء وافرشه بشكل جيد وسط الشريحة



3-ضع غطاء الشريحة بصورة تدريجية وتجنب تكوين فقاعة هواء، ضع قطرة من **صبغة اليود Iodine stain** مع حافة الشريحة حيث تفرش القطرة وتصطبغ العينة كلياً.

4-إفحص الشريحة بوضعها تحت المجهر بإستخدام قوة التكبير المختلفة (ماذا تلاحظ؟؟)

ثانياً: الخلايا المثبتة : تتم دراستها من خلال إستخدام طريقة التقطيع Sectioning method وتتلخص بمايلي:

1-الحصول على العينة Obtaining of the specimen : يتم إختيار العينة سواء حيوانية ام نباتية

2-تثبيت العينة Fixation : وهي الخطوة الأولى في تحضير الأنسجة من اجل إخضاعها للفحوصات النسيجية والكيمونسجية ،تهدف هذه الخطوة الى المحافظة على النسيج ومحتوياته بالحالة التي كان عليها في جسم الكائن الحي أو قريبة من ذلك ،حيث تهدف هذه العملية الى إيقاف التفتت fragmentation والتفسخ degeneration الناتجة عن نشاط البكتريا والفطريات وكذلك ايقاف عملية التحلل الذاتي autolysis للنسيج بفعل الأنزيمات ومن افضل انواع المثبتات Formalin 10%, Ethyl alcohol 70% .

3-غسل العينة Washing : في هذه الخطوة يتم غسل العينة بعد التثبيت وذلك لإزالة ماتبقى من أثر المادة المثبتة على العينة

4-نزع الماء من العينة Dehydration: في هذه الخطوة يتم إحلال مادة محل الماء الموجود في النسيج **ويشترط ان تكون هذه المادة ذائبة في المحاليل والمواد المستعملة في الخطوات التالية مع ضمان عدم تشويه النسيج** .هي هذه العملية تمرر العينة في سلسلة متدرجة الإرتفاع من الكحول 70% لمدة 2min ، 100% لمدة 2min، 100%لمدة 2min .

5-ترويق العينة Clearing: في هذه الخطوة يتم إحلال مادة محل مادة نزع الماء ،حيث يسمح لشمع البرافين بالدخول الى الإنسجة حيث إن الكحول المستخدم في نزع الماء لايمتزج مع الشمع لذا تستخدم مادة مروقة تذوب في الكحول وشمع البرافين وتجعل النسيج شفافاً ومن أمثلة هذه المواد :**الزايلين والكلوروفورم والتولوين والبنزين وزيت خشب الارز** . يتم تمرير العينة بالزايلين Xylene لمدة 5min .

6-تشريب العينة Infiltration: يتم في هذه الخطوة إحلال المادة المستخدمة في الطمر مكان المادة المروقة ،ويعتبر شمع البرافين paraffin wax من أشهر المواد المستخدمة في تشريب النسيج حيث إنه **يتخلل العينة بسرعة دون إحداث ضرر في تركيبها النسيجي**،كما **يكسبها دعامة قوية لتهيئتها لعملية القطع بالمايكروتوم Microtom** كما **يساعد على حفظها في الظروف العادية لفترة طويلة دون ضرر** .تمرر العينة بالشمع لمدة 45min وبدرجة حرارة 55-60C .

7-طمر العينة Embedding: تهدف هذه الخطوة الى عمل قالب من العينة بحيث تحيط بها المادة الطامرة وتدعمها،ويعد البرافين أشهر وأكثر المواد إستخداماً في معامل كيمياء الانسجة وهوعبارة عن مادة هيدروكاربونية ممزوجة بمواد بلاستيكية.

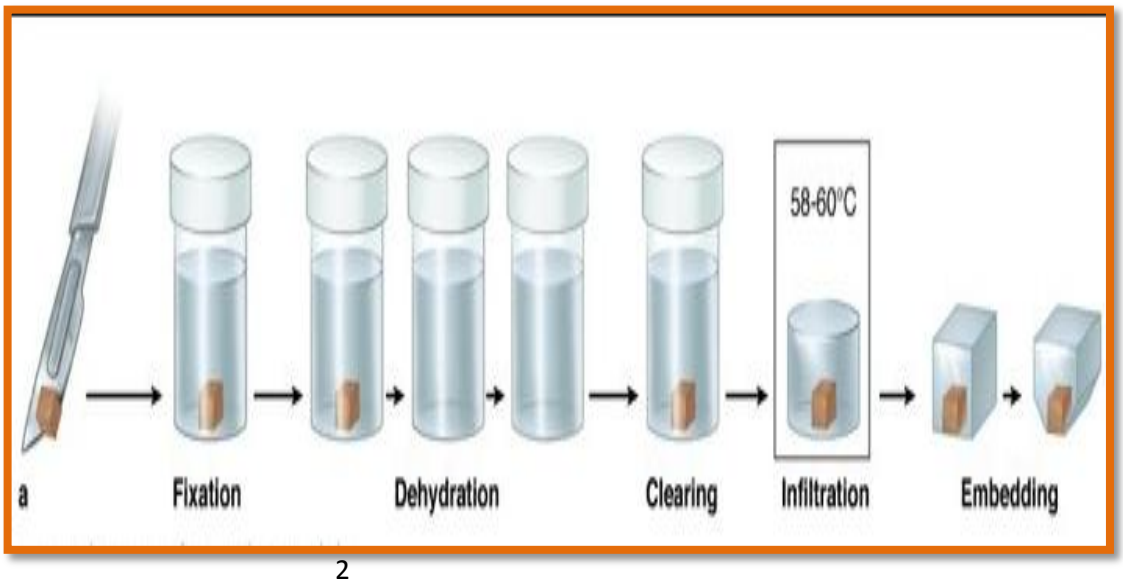
8-التشذيب Trimming: في الخطوة السابقة تحضر القوالب الشمعية للعينة ،ولكي تصبح العينة في وضع مناسب للتقطيع بحيث تصبح اطرافها متوازية وتنطبق على حافة سكين المايكروتوم يتم تشذيبها في هذه الخطوة.

9-التقطيع Sectioning: تثبت العينة على حامل العينة في المايكروتوم الذي يكون بأنواع حسب طبيعة النموذج ونوع المادة المطمور فيها ،فهناك المشراح المنزلق sliding .M والمشراح الدوار rotary.M والمشراح الفوقي ultra .M والقطاعات الجيدة عادة تكون على شكل اشرطة Ribbons أو سلسلة من القطاعات ويفضل وضع الاشرطة هذه على صفيحة سوداء ليسهل تمييزها واخذ المناسب منها لوضعهِ على الشريحة الزجاجية .

10-صبغ القطاعات Staining: في هذه الخطوة يتم صبغ القطاعات او الأشرطة المتكونه بعد قطعها، ومدة الصبغ تعتمد على نوع الصبغة وتركيزها وطبيعة النسيج ،وقد يصبغ النسيج بأكثر من صبغة ،وقد يستخدم أحياناً مايسمى بالصبغ المضاد **antistaning** كإستخدام صبغة **الهيماتوكسلين لصبغ الانوية** وصبغة **الايوسين لصبغ السايتوبلازم** .

11-تحميل القطاعات Mounting: يقصد بالتحميل وضع المقطع أو النموذج المحضر على شريحة زجاجية نظيفة ثم تغطيتها بغطاء الشريحة وتكون معظم مواد التحميل أما الصمغ gum أو راتنج resin .

12-التعليم Labeling: ويقصد به وضع ورقة لاصقة على الشريحة مدون عليها ماتحتويه الشريحة بحيث يتماشى مع نظام معين في التعليم (اسم الشركة المجهزة واسم النموذج).



الأنقسامات الخلوية Cellular division الإنقسام الغيرمباشر Mitosis

إن حياة كل كائن حي تبدأ بخلية تسمى اللاقحة **Zygote** وهي مكونة من تزاوج **المشيج الذكري Male gameteمع المشيج الأنثوي Female gamete** حيث تنقسم اللاقحة وتتكاثرعدة مرات مكونة خلايا الجسد، وهذا التضاعف في الخلايا ينشأ من **الأنقسام غير المباشر Mitosis** وهي عملية معقدة ينتج عنها إنقسام **للكروماتين النووي Neucler chromatin** بالتساوي من حيث النوع والكم.هذه العملية تحصل في **حقيقية النواة Eukaryotic** أما بدائية النواة **Prokaryotic** فتنقسم بطريقة الإنشطار الثنائي **binary fission** .يعد الإنقسام غير المباشر صفة عامة لجميع الحيوانات ويزداد **أثناء التكوين الجنيني وخلال إلتئام الجروح وعند إستبدال غطاء الجسم عند الإنسلاخ**. وفي هذا الإنقسام ينقسم كل كروموسوم طولياً الى نصفين وتنفصل كل مجموعة عن الأخرى وبذلك تحتوي كل خلية جسدية **Somatic cell** على نفس عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية الاصلية. هذا مايحدث في جميع خلايا جسم الكائن الحي،أما في الغدد الجنسية **Sexual glands** للحيوانات الراقية أو في خلايا محددة من جسم الكائنات الأقل تعقيدا يحصل نوع خاص من الإنقسام يسمى **الإنقسام الإختزالي Meiosis**.

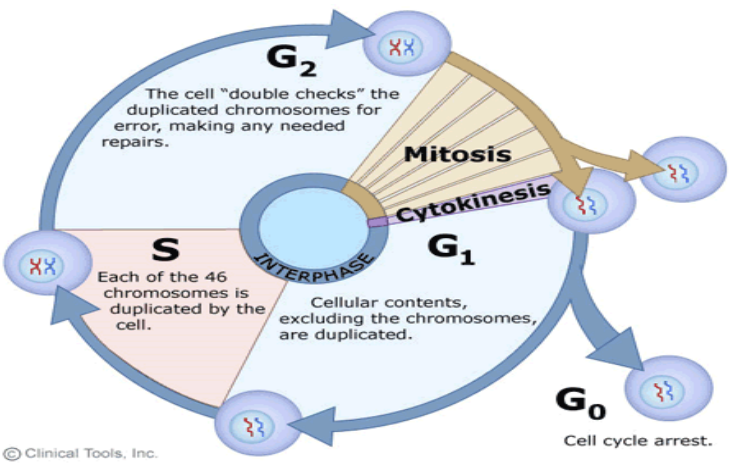
في الإنقسام الغيرمباشر تمر الخلية بـ4مراحل رئيسية وفي نهايتها تنقسم كل خلية الى خليتين وهذه المراحل هي:

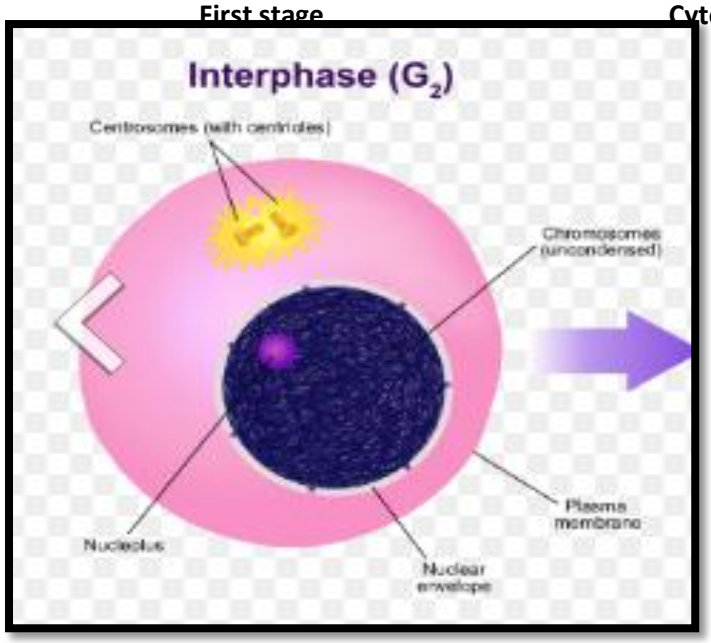
1-الطور التمهيدي Prophsae: يبدأ هذا الطور بعد إكتمال الطور البيني**Interphase** وإنتهاء تضاعف **DNAreplication**.يمتاز هذا الطور بكثافة الكروماتين **condensation chromatin** والنوية غيرواضحة **disappearance of nucleolus**،الاجسام المركزية تتحرك **Centrosomes Movement** بإتجاه الأقطاب والتي تحتوي على **النبيبات الدقيقة Microtubules** التي تعمل على سحب الاجسام الدقيقة بإتجاه الأقطاب،كما تتكون في هذا الطور **خيوط المغزلSpindle filaments** .يتكون كل كروموسوم من كروماتيدين يتلاقى الكروماتيد مع الآخر في نقطة تعرف **بالجسيم المركزي Cetromere** في مرحلة متأخرة من هذا الطور يتحلل الغشاء النووي وبذلك لاتكون الكروموسومات معزولة عن السايتوبلازم.

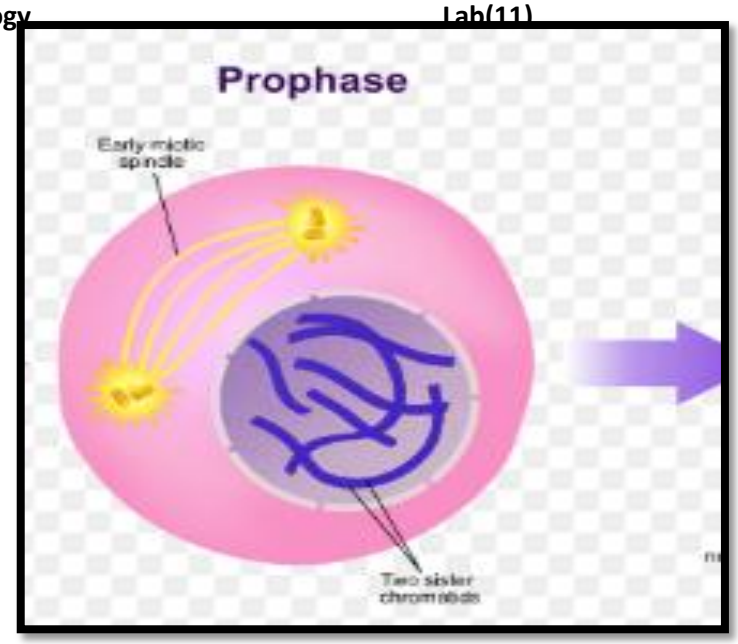
2-الطور الإستوائي Metaphase: في هذا الطور تبدأ الكروموسومات التي تكون سميكة وقصيرة بالأنتظام عند الخط المنصف للخلية لتكوين مايسمى **بالصفيحة الإستوائية Metaphase plate** وتتصل بعض خيوط المغزل بالكرموسومات عند موقع معين وبذلك يكون كل كروموسوم مرتبطاً بهذه الخيوط الممتدة على جانبية .

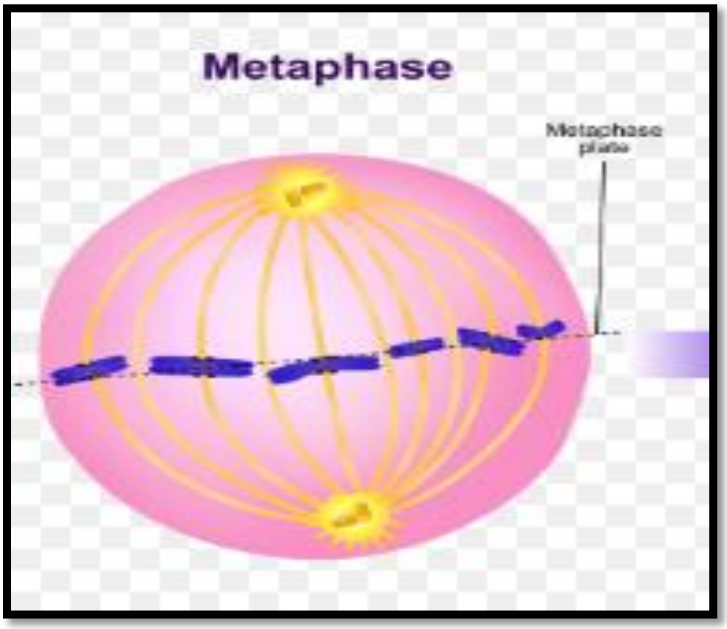
3-الطور الإنفصالي Anaphase: تنكسر في هذا الطور السنترومیرات الأخوية **Sister centromeres** الرابطة بين كروماتيدي كل كروموسوم ويحدث ذلك في جميع الكروموسومات في الوقت نفسه،وبذلك ينفصل كروماتيدا كل كروموسوم أحدهما عن الآخر،يلي ذلك تباعد الكروماتيدات في اتجاهين متضادين كل منهما الى قطب من اقطاب الخلية **Apposite poles** وبذلك تحصل كل نواة من النواتين الجديدتين عدد متساوي من الكروموسومات المتماثلة وتتخذ انصاف الكرومسومات شكل حرف V.

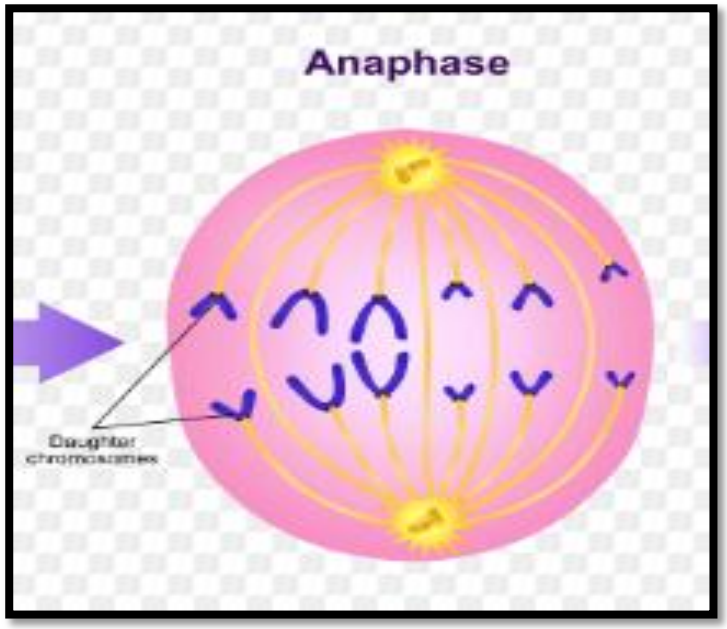
4 -الطور النهائي Telophase: يكتمل في هذه المرحلة تكوين النواتين الجديدتين وذلك لان انصاف الكروموسومات عندما تبلغ قطبي الخلية تتزاحم مع بعضها البعض وتطرأ عليها عدة تغييرات في عكس اتجاه التغيرات التي تحصل في الاطوار الاولى لعملية الإنقسام ومن هذه المتغيرات **إزدواج الكروماتيدات ،اختفاء فردية الصبغات وتحولها الى شبكة صبغية ، يبدأ تكوين الغشاء النووي الذي يحيط بالنواة ويفصلها عن السايتوبلازم**. كما يتم **اعادة بناء الأنوية Neucleolus**،تنتهي في هذه المرحلة عملية إنقسام المادة النووية **Karyokinesis ثم يبدأ إنقسام السايتوبلازم Cytokinesis** ،يضيق الغشاء البلازمي في خلايا الحيوان الى الداخل الى ان ينقسم السايتوبلازم كلياً . في النبات يبدأ حاجز مضاعف من الغشاء البلازمي بالتكون وسط الخلية يستمر الغشاء بالنمو الى الخارج لحين انتهاء عملية الانقسام . يتضح من ماسبق ان هذا النوع من الانقسام يعطي خلايا جديدة تمتلك نفس العدد الزوجي من الكروموسومات الموجودة في الخلية الام ،بمعنى آخر ينتج من كل خلية منقسمة خليتين متشابهتين للخلية الام .

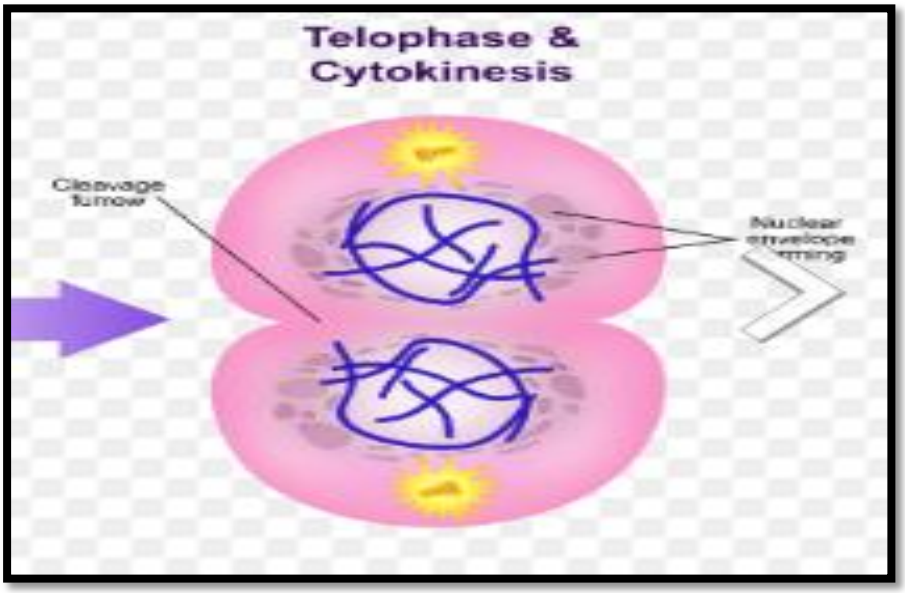



Interphase (G_2)
Centrosomes (with centrioles)
Chromosomes (uncondensed)
Plasma membrane
Nucleolus
Nuclear envelope


Prophase
Early mitotic spindle
Two sister chromatids


Metaphase
Metaphase plate


Anaphase
Daughter chromosomes


Telophase & Cytokinesis
Cleavage furrow
Nuclear envelope forming

دورة حياة الخلية Cell Cycle

هي سلسلة من الاحداث التي تحصل في الخلية والتي تنتهي بالانقسام **division** بعد مضاعفة محتواها من المادة الوراثية DNA (**DNA replication**) لإنتاج خليتين بنويتين جديدتين.في الكائنات **بدائية النواة Prokaryotic** تقسم دورة الخلية الى **3أطوار هي: B,C,D (فالطور B** يمثل نهاية انقسام الخلية وبداية دخولها بطور تضاعف الDNA والذي يمثل **الطور C** أما **الطور D** فيمثل انتهاء الضاعف وبدء توزيع المادة الوراثية المتضاعفة على الخليتين البنويتين الجديدتين).أما في **حقيقية النواة Eukaryotic** فتقسم دورة الخلية الى طورين هما الطور البيني **Interphase** وطور الإنقسام **Mitotic phase** تقضي الخلية معظم وقت دورة حياتها في الطور البيني (حوالي90%) بينما يأخذ طور الإنقسام حوالي 80 دقيقة من الوقت الكلي **ويتمايز الطور البيني الى 3 أطوار رئيسية هي :**

- **طور النموالاول G1phase** :حيث تتضخم الخلية وتصنع البروتينات وتتضاعف كمية السايتوبلازم والعضيات بشكل سريع وتسمى الكروموسومات بالشبكة الكروماتينية
- **طور البناء Synthesis phase:** تتضاعف المادة الوراثية في هذا الطورDNA وكل كروموسوم يكون مؤلف من كروماتيدين متطابقين متلاصقين في منطقة centromere
- **طور النمو الثاني G2phase:** تنمو مكونات الخلية سريعاً تحضيراً للانقسام (توزيع المادة الوراثية المتضاعفة على الخليتين الناتجتين) .

أما طور الإنقسام فيقسم الى :1) طور الإنقسام الخيطي غير المباشر Mitosis Division

يحصل الإنقسام الخيطي في **الخلايا الجسدية somatic cells** بحيث كل خلية تنقسم وتنتج خليتين كل منهما ثنائية العدد الكروموسومي (2n) وتحتوي نفس العدد والنوع من الكروموسومات الموجودة في الخلية الام ،،**أهمية هذا النوع من الإنقسام هي النمو، تعويض التالف من الخلايا(إصلاح وتجديد) ،طريقة للتماثر اللاجنسي** ،لايحصل في الخلايا العضلية muscular cells والعصبية nervous cells والقلبية cardiac cells وكريات الدم الحمراء Red blood corpous.**يمر هذا الإنقسام بعدة أطوار هي::**

- **الطور التمهيدي prophase :** الكروموسومات في هذا الطور تكون قصيرة وسميكة ومكونة من كروماتيديين ،يتحرك الجسيم المركزي Centriole الى طرفي النواة لتكوين خيوط المغزل Spindle filaments (النبيبات الدقيقة microtubules) ،كما ينحل الغلاف لنووي والنوية في مرحلة متأخرة من هذا الطور.(يليه **طور Prometaphase** يحصل فيه تلامس النبيبات الدقيقة بمنطة الجسيم المركزي للكروموسوم).
- **الطور الإستوائي Metaphase:** تتصل خيوط المغزل بالكروموسومات عند منطقة **الجسيم المركزي** الي تربط الكروماتيدان الشقيقان تمهيداً لعملية سحبها الى الاطراف في الطور التالي ،تبدأ الكروموسومات في هذا الطور بالأصطفاف عند خط إستواء المغزل **(في منتصف الخلية)** وتكوين مايسمى **بالصفيحة الإستوائية Equatorial plate .**
- **الطورالإنفصالي Anaphase:** تتكسر في هذا الطور السنترومیرات الأخوية **Sister centromeres** الرابطة بين كروماتيدي الكروموسوم الواحد وتسحب خيوط المغزل الكروماتيدات الى قطبي الخلية وبمجرد أن ينفصل الكروماتيدان عن بعضهما يدعى كل منهما كروموسوم . تحصل هذه العملية لجميع الكروموسومات في الوقت نفسه .
- **الطور النهائي Telophase:** تتكسر خيوط المغزل في نهاية الطور وينسحب المريكز بعيداً عن المادة الوراثية و يعاد تكوين الغلاف النووي Neuclear membrane تستطيل الكروموسومات لتكوين الشبكة الكروماتينية .

2) الإنقسام الإختزالي Meiosis Division

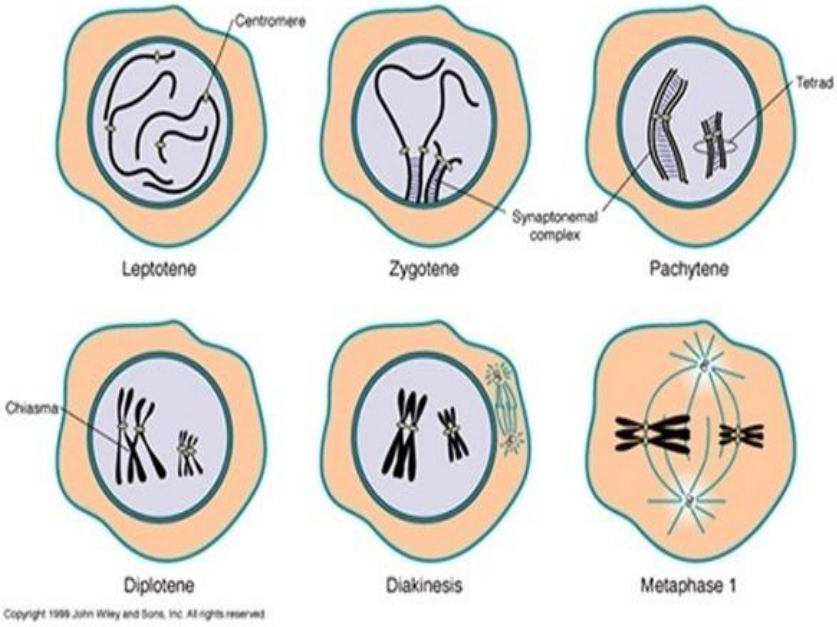
تنشأ البيضة المخصبة **Zygote** من إتحاد المشيج الذكري مع المشيج الإنثوي ،لذا فهي تحتوي على مجموع عدد الكروموسومات الموجودة في **البيضة والنطفة**،ولكي يبقى عدد الكروموسومات داخل النوع ثابتاً من جيل الى جيل يجب إختزال المجموعة الكروموسومية للأمشاج الانثوية والذكرية الى العدد الاحادي (1n) وتسمى هذه العملية الإنقسام الإختزالي في الكائنات حقيقية النواة (خلايا حيوانية) يحصل ذلك الإنقسام في **الغدد الجنسية sexual glands** خلال عملية تكوين

الحيامن **Spermatogenesis** وتكوين البويضات **Oogenesis** ،أما في النباتات فيحصل هذا الأنقسام خلال عملية تكوين الأبواغ **Sporogenesis** مع ذلك فعملية الإنقسام الميوزي متشابهه في الحيوان والنبات.

يتضمن الإنقسام الأختزالي إنقسامين متتاليين هما الإنقسام الاول والثاني ،، يتضمن الإنقسام الاول 4 أطوار هي:

1)الطور التمهيدي الأول Prophase1 : يماثل ذلك الحاصل في الإنقسام الخيطي لكنه أطول ويتميز الى مراحل هي:

- **المرحلة القلادية Leptotene:** تبدو الكروموسومات كخيوط طويلة ورفيعة تظهر عليها إنتفاخات مختلفة الأحجام وبذلك يظهر شكلها كالقلادة المرصعة بالحبات .
- **المرحلة الإزدواجية Zygotene:** تقصر الكروموسومات وتزداد كثافة وتقترب من بعضها مكونة ازواج حث يلتقي كل كروموسومين متماثلين مع بعضهما وتسمى عندئذٍ بالكروموسومات المزدوجة الثنائية .
- **المرحلة المتغلظة Pachytene:** تستمر الكروموسومات بالقصر والتغلظ وتلتف حول بعضها ويظهر كل كروموسوم مكون من كروماتيدين مرتبطين عند منطقة الجسيم المركزي Centromere وبذلك فكل زوج كروموسومي يحتوي 4 كروماتيدات **وتدعى المجموعة الرباعية Tetrads .**
- **المرحلة الإنفراجية Diplotene:** تبدأ الكروموسومات بالإبتعاد عن بعضهاوتنفصل **عدا المناطق التي يحصل الإلتحام فيها بين كروماتيد من الكروموسوم الاول وآخر من الكروموسوم الثاني** . كل نقطة إتصال بين كروماتيدين تدعى **بالتصالب Chiasma** ولهذه المناطق اهمية خاصة في إنتقال وتنوع التركيب الوراثي حيث تتبادل المواقع أجزاء من الكروماتيد الثاني **وتسمى هذه العملية بالعبور Crossing over**

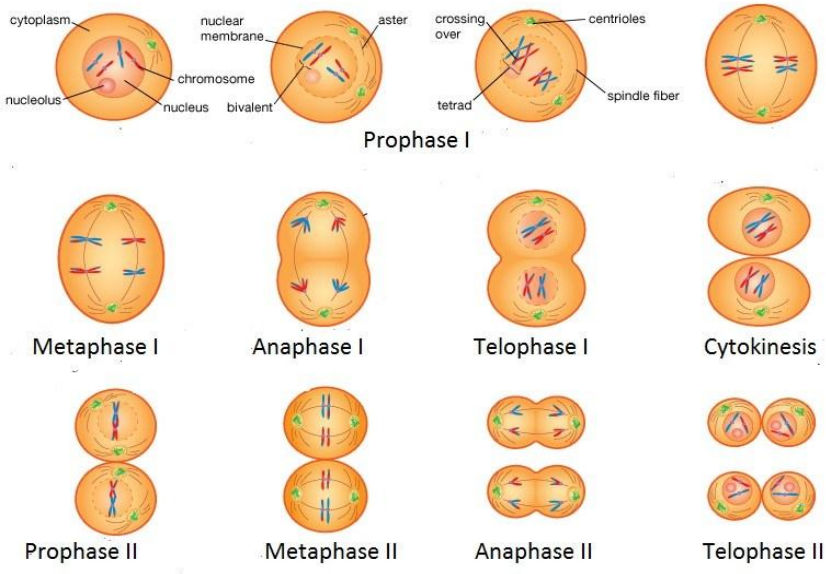


- **المرحلة التنافرية Diakinesis:** يستمر التنافر ويختفي الشكل التصالبي في هذه المرحلة وتبقى الكروموسومات الثنائية قريبة من بعضها **وتختفي النوية ويبدأ غشاء النواة بالإختفاء وتتحرك ازواج الكروموسومات الى منطقة استواء الخلية وتنتظم الخيوط المغزلية ممتدة من قطبي الخلية .**

2)الطور الإستوائي الاول Metaphase 1 : تتحرر الكروموسومات من داخل النواة ويكتمل تكوين خيوط المغزل وتصطف ازواج الكروموسومات المتماثلة في المستوى الإستوائي للخلية .

3)الطور الإنفصالي الأول Anaphase 1: يبدأ في هذا الطور الكروموسومين المتماثلين بالإنفصال عن مثيله وتنكمش خيوط المغزل وبذلك يتجه احد الكروموسومين الى أحد قطبي الخلية والثاني الى القطب الآخر **وبذلك يصبح عند كل قطب نصف عدد الكروموسومات الموجودة بالخلية الأصلية .**

4)الطور النهائي الاول Telophase 1: في نهاية هذا الطور يتكون عند كل قطب من قطبي الخلية غشاء نووي يحيط بالكروموسومات ،وبذلك تتكون **نواتان بنويتان يحتوي كل منهما على نصف العدد الكروموسومي في الخلية الاصلية**،يلي ذلك تخصر السايتوبلازم الى حين تكوين خليتين منفصلتين .



أما الإنقسم الإختزالي الثاني فيتضمن إستكمال انقسام الخليتين الناتجتين من الإنقسام الاول الى خليتين جديدتين بطريقة مشابهه لما يحدث في الإنقسام الغيرمباشر وحسب الأطوار الآتية:

1)الطور التمهيدي الثاني Prophase 2: ينقسم الجسيم المركزي في كل خلية الى2 يتجهان الى قطبي الخلية حيث يبدأ تكوين خيوط المغزل ويختفي الغلاف النووي وتظهر الكروموسومات مكونة من زوج من الكروماتيدات المرتبطة عند منطقة الجسيم المركزي .

2)الطور الإستوائي الثاني Metaphase 2: تصطف الكروموسومات في منطقة خط إستواء المغزل في منتصف الخلية

3) الطور الإنفصالي الثاني Anaphase 2: ينفصل السنترومير الرابط للكروماتيدين الشقيقين في الكروموسوم الواحد وبذلك يتجه الكروماتيدان الى قطبي الخلية .

4)الطور النهائي الثاني Telophase 2: تتجمع كل مجموعة من الكروماتيدات عند أحد قطبي الخلية ،ثم تستطيل متحولة الى خيوط رفيعة ملتوية يتكون حولها غلاف نووي وبذلك تتكون نواتان يحوي كل منهما نصف العدد الكروموسومي ويكون الناتج 4خلايا كل منها يحتوي نصف العدد من الكروموسومات الموجودة في الخلية .

الإنقسام السايتوبلازمي Cytokinesis: يحصل بعد أو قبل نهاية الإنقسام الخيطي حيث يتم توزيع السايتوبلازم على الخليتين البنويتين الناتجتين من توزيع المادة الوراثية **بعملية Karyokinesis** ، في النباتات عديدة الخلايا إنقسام السايتوبلازم بين النواتين الجديدتين ويحصل نتيجة ترسبات على بقايا المغزل الموجود في المحور الوسطي للخلية مكوناً مايعرف بالصفيحة الخلوية Cell plate .

الجانب العملي

الأجهزة والأدوات المستخدمة

بصلة Onion، مجهر ضوئي Microscope، شرائح زجاجية وأغطية Slides &cover slides، مشرط حاد ، قطارة Droper، أنبوبة اختبار test tube، طبق بتري petridish، ورق ترشيح filter paper، شريحة جاهزة لقمة نامية في جذر، حامض الهيدروكلوريك مخفف 10% ، صبغة Aceto-carmine ،، نماذج توضح مراحل الأنقسام في الخلايا النباتية والحيوانية .

طريقة العمل Procedure

1) اقطع (2ملم) من القمم النامية للجذور الخيطية في البصل والتي تم تنميتها بغمر الجزء السفلي من البصلة في كأس ماء ووضعها في انبوب اختبار واغمرها في حامض الهيدروكلوريك %10HCL .
2) سخن انبوبة الاختبار في حمام مائي عند درجة حرارة 60 سليزية ولمدة 6 دقائق.
3) انقل القمم النامية الى طبق بتري يحتوي على كمية من صبغة Aceto-carmine ولمدة 10 دقائق ، اغسل بعدها الصبغة الزائدة بغمر القمم النامية في الماء المقطر .
4) ضع احد القمم النامية على شريحة زجاجية نظيفة ،اضف فوقها قطرة ماء وغطها بغطاء الشريحة ضع ورقة نشاف وأضغط بلطف بإبهامك على غطاء الشريحة لهرس العينة
5) افحص الشريحة التي حضرتها مستخدماً العدسة الشيئية الصغري فالوسطى ثم الكبرى للمجهر .